Boletín DE OBSERVACIÓN TECNOLÓGICA EN DEFENSA

DIRECCION GENERAL DE ARMAMENTO Y MATERIAL
ARMAMENTO Y MATERIAL

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE TECNOLOGÍA Y CENTROS
Boletín de Observación Tecnológica en Defensa nº 23 • 2º Trimestre de 2009

Efectos Biológicos de la Radiofrecuencia

- Programa MAJIIC: interoperabilidad C4ISR basada en estándares
- Técnicas heurísticas en la modelización de Proyectiles de base Burn
- Municiones de impacto ambiental reducido

boletín de observación tecnológica en defensa nº 23

Edita:

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE DEFENSA · SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA · SUBDIRECCIÓN GENERAL DE DOCUMENTACIÓN Y PUBLICACIONES

NIPO: 076-09-042-9
Depósito legal: M-8179-2009

Autor: Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT), Subdirección General de Tecnología y Centros (SDG TECEN) de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM). C/ Arturo Soria 289, 28033 Madrid; teléfonos: 91 395 46 31 (Dirección), 91 395 46 87 (Redacción); observatecno@oc.mde.es.

Director: CF Ing José María Riola Rodríguez. **Redacción**: Patricia López Vicente. **Consejo Editorial**: Nodo Gestor: Guillermo González Muñoz de Morales, David García Dolla, Sarah Marr; Observatorio de Armas, Municiones, Balística y Protección (OT AMBP): T.Col. CIP Nicolás Braojos López, Jorge Lega de Benito; Observatorio de Electrónica (OT ELEC): C.N. Ing. Arturo Montero García, Yolanda Benzi Rabazas, Fernando Iñigo Villacorta; Observatorio de Energía y Propulsión (OT ENEP): Héctor Criado de Pastors; Observatorio de Defensa NBQ (OT NBQ): T.Col. Alfredo Fernández López, Angélica Acuña Benito; Observatorio de Materiales (OT MAT): Cte. CIESO Jesús M. Aguilar Polo, Luis Requejo Morcillo; Observatorio de Óptica, Optrónica y Nanotecnología (OT OPTR): Ing. D. Fernando Márquez de Prado Urquía; Observatorio de UAVs, Robótica y Sistemas Aéreos (OT UAVs): Ing. D. José Ramón Sala Trigueros, Jesús López Pino; Observatorio de Sistemas Terrestres y Navales (OT STN): Col. CIP Manuel Engo Nogués, Juan Manuel Acero Gómez; Observatorio de Tecnologías de la Información, Comunicaciones y Simulación (OT TICS): Ing. D. Francisco Javier López Gómez., Fernando Cases Vega.

Portada: artículo En Profundidad "Efectos Biológicos de la Radiofrecuencia", Fig. 4.- Distribución de proteínas del citoesqueleto.

El Boletín de Observación Tecnológica en Defensa es una publicación trimestral en formato electrónico del Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica orientado a divulgar y dar a conocer iniciativas, proyectos y tecnologías de interés en el ámbito de Defensa. El Boletín está abierto a cuantos deseen dar a conocer su trabajo técnico. Los artículos publicados representan el criterio personal de los autores, sin que el Boletín de Observación Tecnológica en Defensa comparta necesariamente las tesis y conceptos expuestos.

Colaboraciones y suscripciones: observatecno@oc.mde.es

www.mde.es/dgam/observatecnoF.htm

SOPT
DGAM
Subdirección de Tecnología y Centros

CONTENIDOS

3 **Editorial**

4 **Actualidad**

4 Agencia Europea de Defensa (EDA)

4 Programa SMRF

5 La capacidad de protección NBQ en la EDA

6 Otras noticias

6 Reunión subgrupo SIBCRA

6 ETAP: TDP 8.2 y TDP 8.6

7 Agua de lastre

8 Seminario Sectorial "Presentación del ITM"

9 **Tecnologías Emergentes**

9 Técnicas heurísticas en la modelización de proyectiles de base Burn

11 Programa MAJIIC: interoperabilidad C4ISR basada en estándares

13 Municiones de impacto ambiental reducido

15 **En profundidad**

15 Efectos biológicos de la radiofrecuencia

19 **Agenda**

La RTO

El pasado 4 de abril, la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) celebró su 60° aniversario. Durante este periodo, el juramento de los socios europeos, Estados Unidos y Canadá de que "un ataque armado contra uno de ellos en Europa o Norteamérica será considerado un ataque contra todos", ha mantenido a Occidente unido. En el acto celebrado con tal motivo en Estrasburgo, los líderes de los distintos países reafirmaron en los principios básicos de la Alianza. Además, aprovecharon la ocasión para anunciar el comienzo del desarrollo de un nuevo Concepto Estratégico, expresado en un documento que definirá el papel a largo plazo de la OTAN, en el nuevo escenario de seguridad del siglo XXI.

Aunque en la década de los 90, se pudo pensar que la OTAN, con el fin de la guerra fría, la caída del Muro de Berlín y la desaparición del bloque soviético cesaría en su acción, la realidad muestra una Alianza con enorme actividad y un gran número de misiones en el mundo: mantiene la paz en los Balcanes, en Afganistán, controla las líneas marítimas estratégicas, etc. Por todo ello, no se puede dudar de la buena salud de una organización, que sigue creciendo con la incorporación reciente de Albania y Croacia o con el anuncio del presidente francés del regreso de su país al mando militar de la organización, del que podemos resaltar la frase "tenemos que estar ahí donde se elaboran las decisiones y las normas, en vez de esperar a que nos las notifiquen".

En 1998, la OTAN creó la RTO Research and Technology Organisation (RTO), siendo su principal organización para el desarrollo de la ciencia y la tecnología de defensa, al reunir al Advisory Group for Aerospace Research and Development (AGARD) y al Defence Research Group (DRG). La RTO es responsable de desarrollar la estrategia de la OTAN en materia de investigación y tecnología, así como de coordinar y fomentar la cooperación y el intercambio de información técnica entre las 26 naciones de la OTAN y sus 38 países amigos. La organización está dirigida por el Consejo de Investigación y Tecnología (RTB), cuyo organismo ejecutivo es la Agencia de Investigación y Tecnología (RTA). España ha venido participando en las actividades relativas a la cooperación de armamento dentro de la OTAN, siendo la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) del Ministerio de Defensa el órgano responsable de dichas actividades, principalmente en el marco de la Conferencia de Directores Nacionales de Armamento (CNAD) y en la RTO. Y más concretamente, la responsabilidad de la gestión de estas actividades recae en la SDG TECEN.

En estos once años de vida, la actividad de la RTO ha ido creciendo de forma continua. En esta segunda década de vida, la RTO ha pasado a ser el foro de colaboración científica más grande del mundo, ya que cuenta en sus Paneles con más de 3000 científicos e ingenieros que dirigen el desarrollo de todas las áreas de la tecnología aplicada en la defensa. El trabajo científico y tecnológico de la organización lo realizan una serie de equipos técnicos o grupos de trabajo, creados bajo alguno de los distintos paneles, para la realización de actividades de investigación con una duración específica. A menudo, las actividades de investigación implican workshops, simposios, seminarios temáticos, pruebas de campo, conferencias y cursos, que en todos los casos terminan en publicaciones de gran valor científico.

Intentando conseguir la mayor difusión a sus actividades y aprovechando tan señalada fecha, en este número del Boletín de Observación Tecnológica en Defensa se presenta un suplemento con la actualidad de los distintos Paneles de la organización.

Agencia Europea de Defensa (EDA)

Programa SMRF

Sara Galán Pulido, representante nacional en el grupo de gestión del SMRF

La necesidad de reducir los costes y tiempos de desarrollo y adquisición de los sistemas de RF militares, junto con las restricciones impuestas en el peso y volumen en determinadas plataformas (barcos, aviones, UAVs, etc.) y la necesidad de incrementar su disponibilidad operativa y versatilidad, ha derivado en el desarrollo de sistemas de RF escalables, modulares y multifuncionales, capaces de realizar distintas funciones de RF (típicamente: radar, guerra electrónica, comunicaciones y navegación).

Para capacitar a la industria europea en el desarrollo de estos sistemas, desde el CapTech IAP2 de la EDA se ha puesto en marcha el programa **SMRF** (*Scalable, Multifunction RF Systems*), en el cual participa España junto con Reino Unido, Alemania, Holanda, República Checa y Suecia. Además, Francia ha solicitado su incorporación, dicha solicitud se está tramitando en las naciones participantes. Así, mediante un acuerdo marco (*UTA: Umbrella Technical Agreement*) bajo el MoU EUROPA, se han establecido las bases de la cooperación e intercambio de la información generada en el desarrollo de proyectos concretos. La estructura de gestión del programa SMRF está basada en la participación conjunta de gobiernos e industrias con un estatus similar.

Bajo el marco del programa SMRF se desarrollarán distintos proyectos, que permitirán ir cubriendo las sucesivas etapas en el camino hacia la definición de una arquitectura estandarizada para el diseño de sistemas de RF escalables, modulares y multifuncionales. En dichos proyectos podrán tomar parte las entidades (industrias, centros de investigación, etc.) participantes en el SMRF.

De la información generada en cada proyecto, aquella que describa la arquitectura, interfaces, etc. se compartirá a través de un repositorio común por todos los miembros del programa SMRF, hayan participado o no en el proyecto concreto en el cual dicha información ha sido generada.

Como antecedente del programa SMRF, se llevó a cabo el proyecto STRATA (SMRF *TRAde Off STudies, All nations*), el cual investigó la viabilidad del diseño de sistemas SMRF. Actualmente se halla en curso el proyecto SIMPLE (SMRF *IMPLEmentation*), que analiza la viabilidad de la implementación de la arquitectura SMRF, previamente identificada en el proyecto STRATA, y define, a un primer nivel, los interfaces y bloques funcionales que permitan diseñar distintos sistemas de RF con una misma arquitectura.

La siguiente iniciativa, bajo el marco SMRF será el proyecto AMBASSADOR (*Advanced Model-Based Approach to SMRF Specification, Analysis, Development and Obsolescence Reduction*) que se encuentra actualmente en proceso de definición y lanzamiento. Este proyecto tiene como objetivo la definición de un entorno de simulación basado en el uso de modelos en los procesos de ingeniería de sistemas (MBSE: *Model Based System Engineering*) bajo el cual se desarrollarían los sistemas SMRF.

Así, mediante la realización de proyectos dentro de este marco, se pretende consolidar el concepto de sistemas multifunción escalables, que facilite la adquisición y desarrollo de futuros sistemas, tanto en el ámbito naval como en el de UAVs, con un mayor ratio de coste-efectividad. En el terreno industrial, el concepto SMRF permitirá, a las empresas que se basen en él, ser más competitivas frente a aquellas que realicen un desarrollo específico para cada nuevo sistema. Además, al tratarse del desarrollo de una arquitectura e interfaces estándar, se abre un espacio de cooperación europea mediante el desarrollo de sistemas a partir de bloques funcionales, que permitirá a las industrias especializadas en módulos específicos ampliar su mercado, gracias al posible reuso de dichos módulos en otros sistemas y para clientes en otros países.

Cabe destacar que países como Holanda, EE.UU., Reino Unido y Suecia tienen en marcha diversas actividades de investigación en esta área. Por otro lado, en el marco SMRF, Holanda y Reino Unido han expresado su interés en la actualización de sus sistemas radar futuros mediante sistemas SMRF a medio plazo.

La DGAM/SDG TECEN coordina la participación del Ministerio de Defensa en este programa a través del grupo de gestión del SMRF.

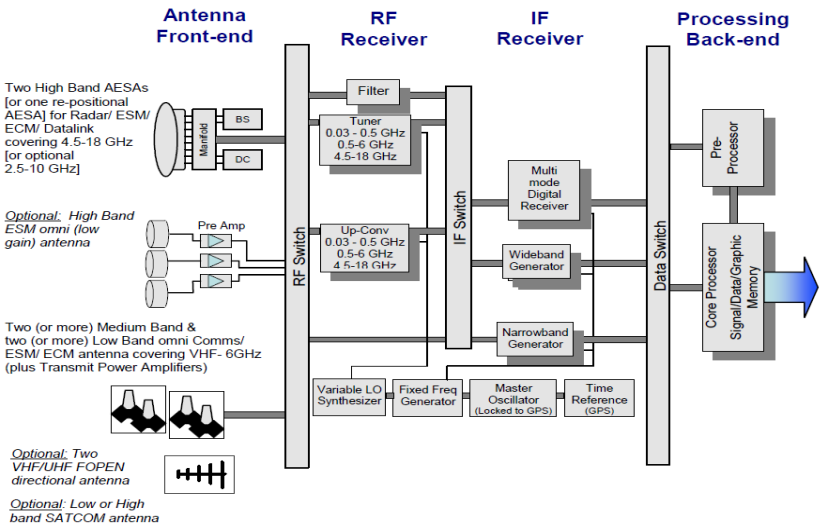


Fig. 1. Ejemplo de arquitectura SMRF de alto nivel.

La Capacidad de Protección NBQ de la EDA

Angélica Acuña Benito, OT NBQ

El área de protección Nuclear, Biológica y Química (NBQ) se corresponde con una de las 4 áreas prioritarias consideradas como objetivo estratégico para el 2009-2011 en el Plan de Desarrollo de Capacidades (CDP) de la EDA. Este documento centra las actividades futuras de I+T de esta área principalmente en la obtención de capacidad para la detección, identificación y monitorización biológica.

Las actividades de la EDA relacionadas con esta área, y orientadas a la obtención de requisitos prioritarios de capacidad, se llevan a cabo en el marco de dos equipos de proyecto (PTs): "Desactivación de explosivos con agentes NBQ" y "Detección, Identificación y Monitorización (DIM) NBQ". Ambos grupos mantienen una estrecha cooperación y relación con el EDA CapTech ESM04 "Factores Humanos y Protección NBQ" y con aquellos que se están desarrollando en el marco de programas de inversión conjunta de la EDA, JIPs (FP e ICET), así como con la Comisión Europea, con el fin último de garantizar que el trabajo que se realice sea complementario, evitando la duplicidad de esfuerzos. Este artículo se centrará sólo en el PT "Detección, Identificación y Monitorización (DIM) NBQ".

PT DIM NBQ

El PT DIM NBQ tiene como objetivos:

- mejorar la capacidad de detección, identificación y monitorización de agentes NBQ y materiales tóxicos industriales (TIM),
- aumentar la capacidad de operar de forma segura y con éxito en ambiente NBQ/TIM, en cooperación con los servicios de emergencia civiles y en operaciones lideradas por la UE, y por último,
- desarrollar una plataforma común que permita el intercambio de información y el registro de las lecciones aprendidas.

Este PT recoge todos los aspectos de capacidad en relación al desarrollo (conceptos, doctrina, equipamiento, entrenamiento, infraestructura, personal, organización e interoperabilidad) y cubre todos los objetivos de capacidad conjunta relacionados con la detección, identificación y monitorización de agentes NBQ/TIMs, con objeto de detectar y caracterizar incidentes con este tipo de agentes, identificar el agente o amenaza, delimitar las áreas contaminadas y controlar su evolución.

Una de las primeras actividades llevadas a cabo en el marco de este PT fue la definición y establecimiento de un Concepto DIM NBQ, cuyo objetivo es la descripción del modo en que los mandos militares de la UE logran alcanzar sus objetivos operativos cuando operan en ambientes NBQ. Esto apoya al planeamiento por capacidades, ya que permite establecer unas bases contra las que los requisitos DIM operativos puedan ser trazados. También, ayuda a desarrollar un entendimiento común de las capacidades DIM NBQ/TIM requeridas y orientar sobre los requisitos actuales y futuros.

Como apoyo a este concepto, la EDA ha financiado un estudio para el desarrollo de una arquitectura de un sistema integrado de defensa biológica, IBDSA. Este estudio, realizado por la empresa francesa Thales y el holandés TNO, se hizo público en un simposio celebrado por la EDA en Münster, Alemania, en junio de 2008, y el informe final del mismo se presentó a la EDA en diciembre de 2008. En este simposio se adelantó a la comunidad de armamento, de I+T y a la industria la intención de lanzar en el 2009 un programa ad hoc de categoría B para la mejora y desarrollo del equipamiento para la detección, identificación y monitorización biológica, BIO EDEP.

BIO EDEP

BIO EDEP es una respuesta directa a los requisitos de los países miembros de la EDA para la mejora de las capacidades de defensa NBQ. Su objetivo fundamental es mejorar el equipamiento de las fuerzas armadas de la UE, de forma que puedan operar en un entorno biológicamente peligroso, a través de una mayor protección y supervivencia de cada uno de los soldados, y permitir la libertad de acción y movimiento, operacional y táctico, del comandante.

Este programa se divide en 8 posibles proyectos para la obtención de materiales en 3 campos bien definidos: protección individual del soldado, protección de las unidades especialistas y capacidades específicas de defensa NBQ.

Estos proyectos en su conjunto reúnen los requisitos definidos para un sistema de defensa de reconocimiento biológico como se señala en el Objetivo Operativo Común (CST) "*Integrated Biological Reconnaissance Defence System*" (CST BIO BIRD), que se aprobó por la Junta Directiva de la EDA el pasado mes de mayo.

El siguiente paso, previsto por la guía para el desarrollo de una fase de preparación de un programa, que forma parte de la estrategia de armamentos de la EDA, es el desarrollo de los Requisitos Operativos Comunes (CSR) por parte de las naciones interesadas en participar.

Una vez se disponga de los CSRs, éstos serán evaluados por la Junta Directiva para su aprobación, en cuyo caso se firmará un MOU formal entre los países que vayan a participar en el desarrollo de los proyectos definidos. Este MOU será el acuerdo jurídicamente vinculante e incluirá presupuestos.

Actualmente, no se ha decidido si España participará en el desarrollo de alguno de los 8 proyectos de I+D previstos, si bien se pretende participar activamente en la redacción de los requisitos técnicos de dos proyectos, uno destinado al desarrollo de un biodosímetro y otro para el diseño y desarrollo de un laboratorio biológico desplegable. Para este último, España actuará como líder. También, se ha propuesto que se participe en la redacción del CSR correspondiente al proyecto 8, puesto que al ser la integración de las anteriores podría afectar a los CSRs desarrollados para los mismos.

Protección Individual del soldado	Proyecto 1. BIODosimetro				
Protección de Unidades	Proyecto 2. Sistema Táctico de 2ª generación para vigilancia y monitorización biológica de área de rápido despliegue			Proyecto 3. Sistema operativo móvil de futura generación para la vigilancia y monitorización biológica de área de rápido despliegue	
Capacidades específicas de Defensa NBQ	Proyecto 4. Plataforma de campaña de reconocimiento biológico de rápido despliegue	Proyecto 5. Plataforma blindada de campaña de reconocimiento biológico de segunda generación.	Proyecto 6. Sistema táctico de análisis de campaña desplegable de segunda generación.	Proyecto 7. Sistema de detección residual biológica para el control de la descontaminación.	Proyecto 8. Proyecto de integración de los sistemas de reconocimiento de defensa biológica.

Tabla 1. Proyectos BIO EDEP.

Otras noticias

Subgrupo SIBCRA

Cte. Joaquin Valencia, FNM-ITM

Durante los días 19 y 20 de mayo se celebró, en Madrid, la reunión del subgrupo SIBCRA (*Sampling and Identification of Biological, Chemical and Radiological Agents*) de la OTAN. A esta reunión asistieron 43 representantes de 20 países de la OTAN y del grupo PfP, con objeto de revisar, informar y acordar acciones conducentes a los objetivos del grupo de acuerdo a las directivas emanadas del *JCG CBRN Defence* (*Joint Capability Group CBRN Defence)*. La participación nacional en este subgrupo permite el intercambio de información entre los diferentes laboratorios, servicios y unidades relacionadas con el muestreo y/o identificación de agentes NBQ, siendo una oportunidad anual para abrir vías de posibles colaboraciones, ya sea mediante estudios conjuntos, revisión general de procedimientos de la OTAN (AEPs, STANAGs,...) o ejercicios de intercomparación.

La organización de la reunión corrió a cargo del personal del departamento NBQ del Instituto Tecnológico de la Marañosa (ITM), que ostenta la representación nacional en dicho subgrupo. De las 28 presentaciones totales que se realizaron, ocho de ellas fueron expuestas por expertos nacionales de cada grupo TOE (Nuclear, Biológico, Químico y Operativo), sobre los trabajos realizados en las instalaciones de las unidades NBQ del ITM.

Durante el segundo día se presentaron los trabajos relacionados con otros subgrupos de la OTAN relacionados con el SIBCRA, tales como el DIMSG (*Detection, Identification and Monitoring Sub-Group*), revisión del borrador final del AEP 66 (*NATO Handbook for Sampling and Identification of Biological, Chemical and Radiological Agents*) y las numerosas correcciones planteadas por todos los países durante las reuniones que se mantuvieron el día anterior, así como la presentación de los resultados de los ejercicios realizados durante el curso anterior. El representante español presentó los resultados provisionales del ejercicio SIRA[1], organizado por España en 2008, y el planteamiento nacional sobre futuros ejercicios, como el ejercicio de muestras mixtas NBQ, al que inicialmente ya se han apuntado otros siete países durante esta misma reunión.

[1] Más información en los Boletines nº9 y nº11.

ETAP: TDP 8.2 y TDP 8.6

David Pagán Almarza, PEC-ITM, y Ángel Martínez Jiménez, SDG TECEN

El programa ETAP (*European Technology Acquisition Programme*) es un programa multinacional en el que participan seis naciones europeas: Alemania, España, Francia, Italia, Reino Unido y Suecia. El programa ETAP tiene por objeto el desarrollo y demostración de tecnologías para futuros sistemas aéreos de combate, articulando la colaboración internacional en una serie de Programas de Demostración Tecnológica (*Technology Demonstration Programme*, TDP) asociados con las distintas tecnologías que previsiblemente se utilizarán en un futuro sistema de armas aéreo, en las proximidades del año 2020.

Dentro de este programa, España participa en dos TDPs relacionados con el área tecnológica de propulsión:

- TDP 8.2 "UCAV (Unmanned Combat Air Vehicle) Engine Concept Study", liderado por España.
- TDP 8.6 "Innovative Concepts for More Affordable and Reliable Engines", liderado por Italia.
- La participación de nuestra industria, junto a otras europeas, en estos programas de investigación y desarrollo permite compartir e intercambiar conocimientos sobre tecnologías emergentes para su aplicación en aviones tripulados y no tripulados.

TDP 8.2 UCAV Engine Concept Study

En este programa participan Alemania, Italia y España, siendo España la nación líder, y la DGAM el órgano de contratación. Es por tanto el responsable de la gestión del programa a nivel internacional y el encargado de verificar la buena marcha del mismo. Las industrias participantes son MTU, Avio e ITP por parte de Alemania, Italia y España respectivamente.

Este programa se compone de 2 fases:

- Fase 1: definición de los requisitos que debe cumplir el motor de un avión de combate no tripulado, en base a una plataforma predefinida dentro del programa ETAP y a las posibilidades de conseguir estos requisitos mediante la modificación de un motor ya existente o del desarrollo de un nuevo motor para este propósito concreto.
- Fase 2: se estudiarán en detalle cada una de las tecnologías propuestas para la consecución de los requisitos propuestos en la fase 1.

Actualmente, se ha completado con éxito la fase 1 del programa, aceptándose, en diciembre de 2008, el hito contractual 2. El programa progresa satisfactoriamente y se espera que el hito 3 se apruebe en junio de 2009.

Los requisitos que se exigen a un avión no tripulado son diferentes, en cuanto a duración de misión y condiciones ambientales, de los que se le exigen a un avión tripulado. Por lo tanto, el reto de este programa está en la optimización de un sistema de propulsión que alcance estos requisitos y su dependencia de un sistema autónomo de control.

TDP 8.6 Innovative Concepts for More Affordable and Reliable Engines

Este TDP está liderado por Italia, participando también en él Suecia y España. Las industrias participantes por cada país son Avio, Volvo Aero e ITP, respectivamente.

El objetivo de este programa es la búsqueda y análisis de tecnologías aplicables a lo largo de todo el ciclo de vida del motor, con el objeto de reducir los costes de su ciclo de vida.

- Para cada una de las fases del ciclo de vida de un motor (diseño y desarrollo, producción, servicio y retirada) se propusieron diferentes tecnologías, aunque aquellas que presentan mayores ventajas tecnológicas se encuentran en la fase de producción y servicio. Así, en la fase de producción

analizaron, entre otras tecnologías, la de fabricación por adición de material y de radiografía digital para detección de errores. Para la fase de apoyo en servicio se propuso la realización de un mantenimiento en base a la condición y control del estado de los componentes. Uno de los mayores beneficios de este programa es su aplicación tanto al campo de defensa como al civil.

Desde el punto de vista de gestión del programa, se aceptó el segundo hito contractual en mayo de 2009 y se progresa de forma satisfactoria cumpliendo con los objetivos previstos.

Agua de lastre

CF. Ing José María Riola Rodríguez, SOPT, Héctor Criado de Pastors, OT ENEP

¿Qué es el agua de lastre?

Los buques pueden presentar problemas de estabilidad o una necesidad de reducir el trimado o la escora cuando navegan con poca carga o cuando ya han consumido suficiente combustible. Para evitarlo, se cargan los tanques situados debajo del centro de gravedad del buque, de forma que incrementen la estabilidad de éste. Aunque en épocas anteriores, se empleaba lastre sólido, como piedras, arena o metal, actualmente se emplea el sistema de "agua de lastre", que permite realizar el cambio de peso de forma más rápida y económica que con lastre sólido. Este sistema consiste en llenar ciertos tanques del buque con agua del mar cuando se descarga el buque o los depósitos de combustible están parcialmente vacíos, y vuelven a descargarse en el puerto de carga. Este sistema, por tanto, traslada agua del mar de un punto del océano a otro. Se estima que anualmente se transportan por barco entre 3 y 10 mil millones de toneladas de agua de mar debido al sistema de lastre.

Problemática medioambiental

La diferencia de temperatura del agua y las masas continentales han evitado durante milenios la dispersión de las especies en los océanos creado ecosistemas diferenciados e incrementando la biodiversidad.

La introducción de especies exóticas debido a la acción humana ha sido común debido a la fijación de especies a los cascos de las embarcaciones. Sin embargo, el uso intensivo del transporte de mercancías a nivel mundial por vía marítima, mediante barcos de mayor calado y velocidad que emplean agua de lastre, ha creado un importante problema de contaminación de ecosistemas. El agua de lastre que se carga contiene todo tipo de organismos: microorganismos animales y vegetales, bacterias o virus, así como huevos, o esporas de especies de mayor tamaño. Pese a que las condiciones durante su traslado, falta de alimento y de luz logran eliminar gran parte de ellos, el vertido del agua de lastre provoca la contaminación de ecosistemas por introducción de especies exóticas invasivas.

Algunas de estas invasiones han provocado graves daños y consecuencias económicas, como la introducción del mejillón cebra desde el Mar Negro en EE.UU. con un coste de 750-1000 millones de dólares y que recientemente se ha extendido a Europa, la explosión de población de medusas en el mar Negro que ha arrasado las pesquerías o la contaminación de moluscos por marea roja que provoca graves daños sanitarios.

Normativa internacional

La Organización Marítima Internacional (IMO), agencia especializada de la ONU, considera las especies marinas invasivas como una de las cuatro mayores amenazas para los océanos. Dada la gravedad de la situación, la IMO ha dado varios pasos para solucionar el problema:

- se ha tratado este tema en varias de las sesiones del comité de protección del entorno marino del IMO MEPC (*Marine Enviroment Protection Comitee*),
- se han aprobado "directrices para el control y la gestión del agua de lastre de los buques a fin de reducir al mínimo la transferencia de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos", en 1997. Incluyen los procedimientos a seguir por parte de buques y estados rectores de puertos,
- la convención de gestión de agua de lastre fue adoptada en 2004, International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments (IMO - BWM), puesta en marcha del programa GloBallast de asesoramiento a países en desarrollo.

Tecnologías para la gestión de agua de lastre

La recomendación de las directrices de la IMO de realizar cambios de agua de lastre en alta mar es la mejor opción disponible actualmente. Sin embargo, esta opción puede presentar problemas de seguridad para los buques debido a condiciones adversas del estado del mar y no tiene un 100% de efectividad. Por ello, la IMO está considerando las siguientes opciones para establecer sistemas fiables y seguros:

- Tratamientos mecánicos: filtración o separación.
- Tratamientos físicos: esterilización por ozono, luz ultravioleta, corrientes eléctricas o tratamientos térmicos.
- Tratamientos químicos: biocidas.
- Combinaciones diversas de los anteriores.

Algunos de estos sistemas han sido aprobados por la IMO y deberán ser implementados en los navíos civiles a corto plazo según la IMO –BWM.

Gestión de agua de lastre en la Armada

El ámbito de trabajo de la IMO es sólo la marina civil. Por tanto, sus recomendaciones y resoluciones no afectan a los navíos militares. Sin embargo, debido a la gravedad del problema y a la actuación cada vez más frecuente de las Fuerzas Armadas en operaciones internacionales, es necesario considerar, en un futuro no lejano, la inclusión de estos sistemas en nuestros buques.

La aplicación de estas normativas en aguas españolas es aún voluntaria, siendo los últimos pasos:

- Adopción en agosto de 2008 por parte de los países del Convenio sobre la protección del medio marino del nordeste Atlántico (OSPAR) de la General Guidance on the Voluntary Interim application of the D1 Ballast Water Exchange Standard in the North-East Atlantic and the Baltic Sea.
- Aprobación en febrero de 2009 en el comité de biodiversidad del convenio OSPAR de la General Guidance on the Voluntary Application of the D1 Ballast Water Exchange Standard by vessels leaving the Baltic Sea and transiting through the North-East Atlantic to other destinations.
- Aplicación de la normativa por parte del REMPEC (Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea) actualmente en fase de estudio.

Seminario Sectorial "Presentación del ITM"

GB. José Luis Orts Palés, Director del ITM

En el marco del plan de difusión de información a empresas del sector Defensa y Seguridad, organizado por la Dirección General de Armamento y Material, el pasado día 13 de mayo, se celebró, en las instalaciones del CESEDEN, el tercer seminario sectorial cuyo tema central ha sido el Instituto Tecnológico "La Marañosa", ITM.

A diferencia de los seminarios precedentes, y dada la propia naturaleza del Instituto, como futuro centro de excelencia de investigación, desarrollo e innovación, el auditorio ha consistido principalmente en expertos de carácter multidisciplinar tanto de empresas del sector, como personal vinculado a la universidad y otros centros de investigación, así como representantes de los Cuarteles Generales y otros organismos públicos.

El Director General de Armamento y Material, el Teniente General D. José Manuel García Sieiro y el Director del ITM, el General de Brigada CIP. D. José Luis Orts Palés, presentaron al ITM como una institución que actuará como motor tecnológico del proceso de transformación de las FAS y que se dedicará al Desarrollo y Experimentación de Conceptos (CD&E) para la identificación, obtención y validación de soluciones tecnológicas, que sean integrantes de una capacidad militar, en colaboración con las empresas, las universidades y otros centros de investigación.

Para alcanzar este objetivo se ha puesto en marcha un proceso de racionalización de los recursos dependientes de la Dirección General de Armamento y Material, anteriormente concentrados en seis centros tecnológicos[1], reconvirtiéndolos e integrándolos en el nuevo instituto localizado, principalmente, en el municipio de San Martín de la Vega (Madrid). El proceso se prevé que finalice en diciembre de 2011.

El complejo del ITM consta de 11 edificios temáticos, capaces de acoger más de un centenar de laboratorios y a una plantilla de más de 800 personas - militares y civiles, con un porcentaje de titulados superiores y medios del 60%.

Estos edificios temáticos han sido concebidos para albergar 7 áreas tecnológicas y 3 áreas de apoyo, que en la actualidad son consideradas de máxima importancia en el Ministerio de Defensa.

El Área de Armamento se dedica al desarrollo, investigación, homologación y vigilancia del armamento y la munición para las Fuerzas Armadas, Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado y empresas del sector.

El Área de Defensa NBQ y materiales investiga y desarrolla nuevos procedimientos de ensayo para la defensa, vigilancia y protección contra agentes considerados de "alto riesgo". Así mismo, caracteriza los materiales energéticos y materiales especiales, como textiles inteligentes, plásticos, vidrios o cerámicas entre otros. En esta área, se destacó la acreditación de uno de sus laboratorios como Laboratorio OPAQ (Organización para la Prohibición de Armas Químicas, dependiente de la ONU) designado para inspeccionar y detectar de forma "inequívoca" la presencia de armas químicas[2].

Por su parte, el jefe del Área de Optrónica y Acústica comentó las actividades que se llevan a cabo en el desarrollo y experimentación en micro y nanotecnología optrónica y en tecnologías de reducción de firmas electromagnéticas para mejorar el camuflaje de equipos y personas, y para optimizar el guiado de armas que reduzcan los daños colaterales.

El Área de Plataformas centrará su actividad en el desarrollo y experimentación de vehículos militares y en la integración óptima de distintos sistemas sobre ellos.

El Área de Tecnologías de la Información, Comunicación y Simulación, TIC-S, evalúa y desarrolla tecnologías contando con la infraestructura técnica y los procedimientos CD&E, para llevar a cabo las actividades de apoyo al desarrollo de nuevos conceptos operativos y la evaluación de tecnologías emergentes.

El Área de Electrónica sumará, a su trabajo relacionado con la guerra electrónica, rádares, enlaces de datos, etc., la creación de las unidades de Robótica y de Generación de Energía.

El Área de Metrología, además de responder a las necesidades de calibración de nuestras Fuerzas Armadas, se ampliará con una unidad de Factores Humanos donde se modelizará y evaluará el comportamiento biológico y psicológico de los soldados para optimizar su comportamiento.

En definitiva, el ITM se presenta como una institución que avanza hacia la excelencia institucional a través de la mejora continua, la búsqueda del valor, y la calidad total, con capacidad de adaptación y con un gran compromiso de servicio a las Fuerzas Armadas y a la sociedad.

En el eslogan del ITM se resume su razón de ser: ¡ITM, el valor de servir .... e innovar!.

Para más información: itm@oc.mde.es, www.mde.es/dgam/itm

---

[1] *Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada, CIDA; Centro de Ensayos Torregorda, CET; Fábrica Nacional de la Marañosa, FNM; Laboratorio Químico y Central de Armamento, LQCA; Polígono de Experiencias de Carabanchel, PEC; y Taller de Precisión y Centro Electrotécnico de Artillería, TPYCEA.*

[2] *Sólo hay 16 laboratorios designados a nivel mundial.*

Técnicas Heurísticas en la Modelización de Proyectiles Base Burn

Cte. Ing. Fernando Aguirre Estévez, PEC-ITM

The modelling of base burn projectiles has been included in the STANAG 4355 in two different forms. Method 1 (developed by France) and Method 2 (developed by EE.UU). These two methods are completely different and require different treatments. When applying the Modified Point Mass Trajectory Model for base burn projectiles, it is necessary to know a set of additional coefficients detailing the fuel burnt as well as the reducing drag force caused by the increase of the base pressure. The paper shows how it is possible to determinate these coefficients through range, drift and time of motor burnout results, obtained by the analysis of data collected during dynamic range firing.

This problem has been reduced to the resolution of a complex problem of optimization. The difficulty of this problem is so great that it has been necessary to develop some tools based on heuristic algorithms (simulated annealing and genetic algorithms).

1. Introducción

En balística exterior, para los estudios de las trayectorias y los efectos perturbadores del medio ambiente sobre un proyectil, se emplean modelos que representan el proyectil y los efectos sobre él, con el fin de calcular su trayectoria. En este artículo se trata parte del trabajo realizado por su autor como tesis doctoral, y centrándose en el caso de los proyectiles base burn, cuyo principio se explica a continuación.

La separación del flujo de aire en la base del proyectil produce una región de recirculación a baja velocidad. Esto provoca una presión inferior que la de la corriente libre. La resistencia debida a la diferencia de presión existente entre esta región turbulenta y la corriente libre (el aire que lo rodea), frena al proyectil y puede reducirse mediante la inyección de gases a baja velocidad cerca de su estela, permitiendo un incremento de alcance en los proyectiles de artillería (figuras 1 y 2). Este incremento depende de la parte proporcional de resistencia debida al culote (parte posterior), que es diferente de unos proyectiles a otros, aunque se suele considerar del orden de un 20%. Este flujo de gases se consigue en los proyectiles base burn mediante la combustión de un propulsante situado en el culote del proyectil. Este dispositivo no es un motor-cohete de forma que el empuje proporcionado es muy pequeño.

El procedimiento de cálculo empleado ha sido el Modelo Modificado de Masa Puntual desarrollado en el STANAG 4355. La primera dificultad encontrada es que la modelización de proyectiles base burn se ha presentado en este STANAG de dos formas completamente diferentes.

El método 1 (desarrollado por Francia) resulta más intuitivo al utilizar conceptos como velocidad de combustión, densidad del propulsante y superficie de quemado, mientras que el método 2 (desarrollado por EE.UU.) resulta más complicado al definir dos nuevas variables (el pseudotiempo y el tiempo de apagado del motor), empleadas para describir el quemado del propulsante en función del tiempo de vuelo.

2. Exposición del problema

El cálculo balístico de un proyectil base burn necesita del conocimiento de los coeficientes aerodinámicos, los coeficientes base burn y los factores de ajuste. La determinación de los coeficientes aerodinámicos es un problema que se encuentra resuelto en la actualidad a través de ensayos, procedimientos numéricos o bien una combinación de ambas técnicas.

La modelización de un modo detallado de la combustión del propulsante, así como de la reducción de la resistencia al aumentar la presión en la base, se materializa en el STANAG 4355, a través de una serie de coeficientes base burn que caracterizan el comportamiento del proyectil. Esto requiere un conocimiento muy exhaustivo de la reacción química que ocurre al quemarse el propulsante en la cámara de combustión.

Además, para describir apropiadamente el comportamiento de un proyectil es necesario conocer una serie

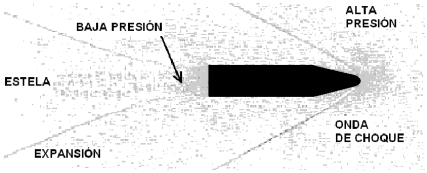


Fig. 1. Flujo fluidodinámico en un proyectil.

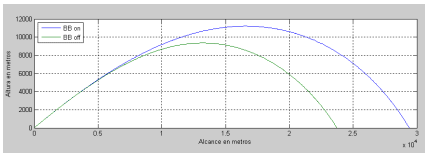


Fig. 2. Incremento de alcance en un proyectil base burn.

de factores de ajuste, como se indica en los STANAG 4355 y 4144, en orden a crear correspondencia entre los resultados obtenidos computacionalmente y las experiencias observadas.

Tradicionalmente, los coeficientes base burn se determinaban a través de ciertas técnicas, ensayos o mediciones que requerían del empleo de dispositivos especiales como un radar doppler de seguimiento de proyectiles, mientras que los factores de ajuste se obtienen a partir de datos de alcance, deriva y tiempo de extinción del motor base burn obtenidos de experiencias, para diferentes cargas y ángulos de tiro, tal como indica el STANAG 4144.

Sin embargo, en este trabajo se han empleando técnicas heurísticas para determinar los coeficientes base burn a partir de datos de alcance, deriva y tiempo de extinción del motor base burn obtenidos de experiencias. Es decir, tratando estadísticamente el conjunto de datos que ya eran necesarios para obtener los factores de ajuste, determinar los coeficientes base burn. Esto representa un ahorro respecto a otras metodologías que requerían de ensayos y mediciones adicionales.

Básicamente, la idea principal consiste en combinar apropiadamente la información disponible en cuanto a datos de alcance, deriva y tiempo de extinción del motor base burn extraídos de experiencias, definiendo un conjunto de funcionales de tal manera que la solución al problema se reduce a encontrar el óptimo de esos funcionales.

Sin embargo, estas funciones dependen de un elevado número de varia-

bles, con lo que aparecen múltiples óptimos cercanos en un paisaje fuertemente ruidoso y muy adaptativo. En estas circunstancias, la aplicación de algoritmos de optimización clásicos resulta poco eficiente y aparece la necesidad de emplear técnicas de optimización heurísticas.

3. Técnicas Heurísticas

En los últimos veinte años ha surgido la necesidad de disponer de nuevos procedimientos de búsqueda de soluciones que permitan resolver problemas complejos, para los que era muy costoso obtener su solución exacta, mediante métodos de optimización clásicos.

Estas técnicas son algoritmos híbridos que combinan técnicas de inteligencia artificial, evolución biológica y mecanismos estadísticos

Resultan útiles en problemas donde:

- no se conoce un procedimiento exacto de resolución o bien éste requiere un elevado esfuerzo computacional,
- es suficiente con conocer una solución cercana al óptimo global del problema,
- se prefiere resolver de forma aproximada un modelo ajustado a la realidad, que resolver de forma exacta un modelo aproximado de la realidad.

En este trabajo se han empleado dos técnicas heurísticas: el recocido simulado (SA) y un algoritmo genético (GA). Los fundamentos del recocido simulado se basan en los trabajos de Metropolis en el campo de la termodinámica estadística. Básicamente, Metropolis modeló el proceso de recocido simulando cambios energéticos en un sistema de partículas conforme decrece la temperatura, hasta que converge a un estado estable.

El recocido simulado es una variante de la búsqueda local por entornos, que permite movimientos ascendentes para evitar quedar atrapado en óptimos locales. En este sistema se tiene una función de coste (en términos físicos un hamiltoniano), la cual asocia un coste con un estado del sistema a una temperatura, que determina en que medida se pueden aceptar soluciones peores. El algoritmo trabaja iterativamente proponiendo cambios, y aceptando o rechazando dichos cambios basándose en argumentos termodinámicos.

Los algoritmos tradicionales de búsqueda local parten de una solución inicial, que se mejora al producir pequeños cambios. Si este movimiento da lugar a una solución mejor, se acepta y se continúa el proceso. Esto significa que la búsqueda finaliza en un óptimo local, que no tiene por qué ser el global. Un modo de evitar este problema es permitir que algunos movimientos sean hacia soluciones peores. Pero, por si la búsqueda está realmente desplazándose hacia una buena solución, estos movimientos de fuga deben realizarse de un modo controlado. En el caso del SA, esto se realiza controlando la frecuencia de los movimientos de fuga mediante una función de probabilidad, que hará disminuir la probabilidad de esos movimientos hacia soluciones peores conforme avanza la búsqueda y disminuye la temperatura (y se está más cerca del óptimo global). De esta forma, inicialmente se realiza una diversificación de la búsqueda sin controlar demasiado el coste de las soluciones visitadas. En iteraciones posteriores resulta cada vez más difícil aceptar malos movimientos y, por tanto, se produce un descenso en el coste.

Una definición muy completa acerca de los algoritmos genéticos es la propuesta por Koza: "Es un algoritmo matemático altamente paralelo que transforma un conjunto de objetos matemáticos individuales con respecto al tiempo usando operaciones modeladas de acuerdo al principio darwiniano de reproducción y supervivencia del más apto, y tras haberse presentado de forma natural una serie de operaciones genéticas, de entre las que destaca la recombinación sexual. Cada uno de estos objetos matemáticos suele ser una cadena de caracteres (letras o números) de longitud fija que se ajusta al modelo de las cadenas de cromosomas y se les asocia con una cierta función matemática que refleja su aptitud".

Una particularidad de los algoritmos genéticos es que son paralelos. Como los algoritmos genéticos tienen múltiple descendencia, pueden explorar el espacio de soluciones en varias direcciones a la vez. Si un camino resulta inapropiado, se elimina y se prosigue la búsqueda en otras direcciones. Los algoritmos serie sólo pueden explorar el espacio de soluciones en una dirección y si la solución encontrada es incorrecta, la única opción es emprender de nuevo la búsqueda.

4. Resultados

En la figura 3 se van a comparar los resultados obtenidos empleando el algoritmo SA frente al GA, localizando los factores de ajuste para un proyectil base burn OE155R, a partir de datos de experiencias. A fin de comprobar la calidad de los resultados obtenidos, se ha representado los datos de alcance calculados en función del número de iteración, donde cada número de iteración representa 1000 pasos de cálculo. A primera vista puede observarse como el algoritmo SA presenta un mejor agrupamiento, si bien el GA también puede alcanzar buenos óptimos aunque invierte más números de iteración. No obstante, esta mejor precisión que presenta el algoritmo de recocido simulado se consigue a un mayor costo computacional debido a la propia naturaleza del algoritmo. De hecho, los mejores resultados se consiguen empleando inicialmente el GA para posteriormente mejorar la solución empleando el algoritmo SA.

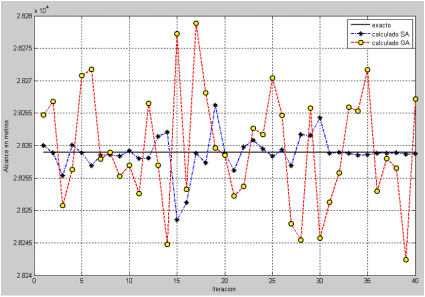


Fig. 3. Comparativa entre algoritmos SA y GA en la determinación de alcances.

En la figura 4 puede observarse el coeficiente de reducción de resistencia calculado con el método aquí expuesto, comparado con el coeficiente real.

Con la metodología desarrollada en este artículo, se obtienen precisiones del orden de un metro en alcances del orden de treinta kilómetros.

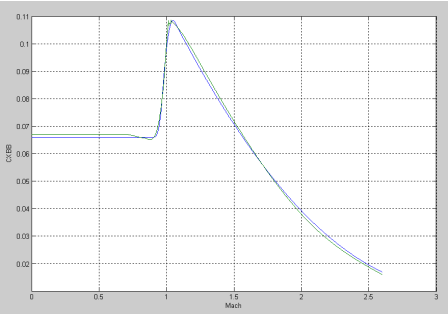


Fig. 4. Coeficiente de reducción de resistencia (verde-real, azul-calculado).

PROGRAMA MAJIIC[1]:

Interoperabilidad C4ISR basada en estándares

Ricardo Gómez Veiga, representante nacional del grupo de arquitectura MAJIIC

Abstract

MAJIIC is a multinational initiative (CAN, ESP, FRA, DEU, ITA, NED, USA, NOR, GBR) which aims to solve the current interoperability problems that exist within the C4ISR[2] scope.

Its interoperability solutions relies on the use of standards.

The successful results obtained allowed their application by NATO in recent conflicts (ISAF).

Introducción

Si en décadas pasadas la principal problemática de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICS) se centraba en la automatización de la obtención la información, actualmente el problema se centra en cómo poder canalizar y explotar, en tiempo útil, la gran cantidad de información existente y permitir que esas fuentes de información trabajen de una forma coordinada y eficiente. Esta problemática se repite en multitud de campos de aplicación tanto civiles como militares.

A lo largo de este artículo se presenta el programa MAJIIC, creado para abordar la temática planteada anteriormente en el campo C4ISR. Más concretamente, se encarga de maximizar la utilización operativa de la información obtenida de los sistemas de vigilancia y reconocimiento (ISR) y de favorecer su interoperabilidad. Gracias a los satisfactorios resultados obtenidos ha permitido ofrecer a OTAN una solución a los problemas de interoperabilidad ISR existentes en conflictos actualmente en marcha (ISAF).

Antecedentes

MAJIIC es un programa multinacional realizado conjuntamente entre las industrias y gobiernos de Alemania, Canadá, España, Estados Unidos, Francia, Holanda, Italia, Noruega y Reino Unido, que cuenta además con la NC3A (*Nato Command, Control, Computers Agency*) para el asesoramiento técnico y organizativo.

El programa, que en sus diferentes fases lleva en marcha desde 2001, tuvo su origen en la realización de varios experimentos (*Paris Interoperability Experiment* 1997) y operaciones reales (Kosovo), que pusieron de manifiesto la necesidad de disponer de una serie de capacidades técnicas y operativas que permitiesen lograr una interoperabilidad entre las naciones.

Objetivos

El principal objetivo del programa es la mejora de la conciencia situacional mediante:

1. la maximización del uso operativo de los recursos de vigilancia de la coalición,
2. la mejora de una doctrina ISTAR aplicable tanto a OTAN como a las naciones,
3. el desarrollo de nuevas capacidades técnicas y operativas que faciliten la interoperabilidad de los sensores y sistemas relacionados (repositorios de datos, sistemas de explotación y de mando y control, etc.).

Por tanto, desde su creación, en el programa los avances de trabajo se han centrado en dos ejes:

- definición y desarrollo de una arquitectura y herramientas que permitan el intercambio de información entre los sistemas participantes,
- definición y desarrollo de un concepto de empleo y unos procedimientos que definan y especifiquen el uso operativo.

Interoperabilidad basada en estándares

El principio de interoperabilidad sobre el cual se ha basado el programa es relativamente sencillo y eficaz: toda la información intercambiada e incluida en el marco del programa debe ser conforme a unos estándares OTAN (STANAGS).

Durante el transcurso del programa se eligieron los STANAGS de referencia para cada uno de los tipos de información contemplados:

- STANAG 4545: imágenes fijas Electrópticas (EO)/Infrarrojas (IR)/Radar de apertura Sintética(SAR).
- STANAG 4607: datos Ground Moving Target Ítems (GMTI).
- STANAG 4609: video EO e IR y visible.
- STANAG 5516: trazas Link 16.

Para aquellos casos en que el STANAG no existía o era insuficiente se desarrollaron guías que,

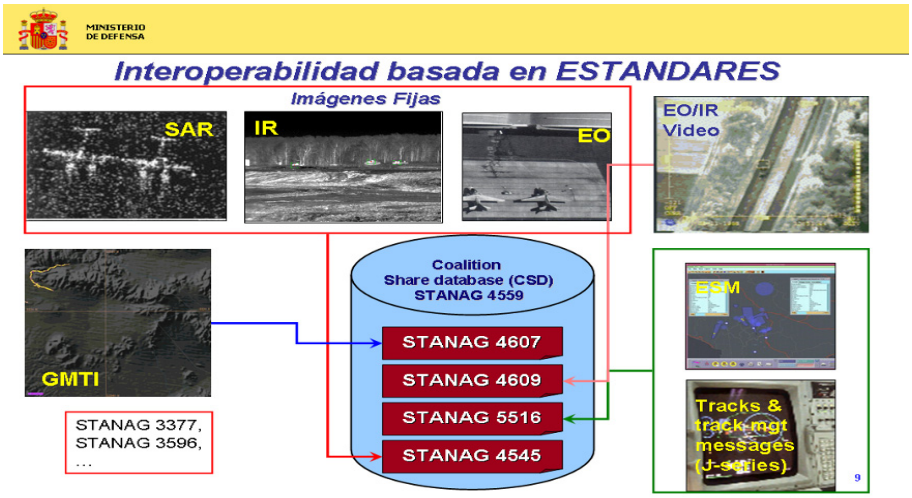


Fig. 1. STANAGS considerados en MAJIIC.

[1] Multi-Sensor Aerospace/Ground Joint Isr Interoperability Coalition.

[2] *C4ISR: Command, Control, Communications, Computers Intelligence, Surveillance and Reconaissance.*

partiendo de normas existentes, tratan de estandarizar la información[3].

Así pues, cada sistema participante sabrá interpretar cada información recibida y sabrá cómo debe transmitir la información generada. En ningún caso MAJIIC indica qué o cómo deben procesar la información los sistemas, eso queda a criterio de cada nación o sistema participante.

Alcance

MAJIIC trata la interoperabilidad C4ISR, considerando los diferentes niveles de mando (estratégico, operacional y táctico) y diferentes tipos de sensores (aéreos, terrestres, marítimos o satelitales).

En función de su misión, el programa considera los siguientes tipos de sistemas:

- **Sistemas sensores**: responsables de obtener imágenes SAR/IR/EO, video, GMTI y trazas Link-16.
- **Repositorio de datos (*Coalition Share Database-CSDs*)**: almacenes de la información obtenida o elaborada por el resto de sistemas participantes.
- **Sistemas CCIRM:** sistemas encargados de coordinar los medios de obtención y análisis de la información.
- **Sistemas de explotación**: analizan la información obtenida y elaboran inteligencia.
- **Sistemas de mando y control:** sistemas consumidores de la información e inteligencia obtenidas y encargados de conducir las operaciones. A su vez proporcionan al programa las necesidades de información.

Concepto operativo

El principio de funcionamiento, de forma resumida y simplificada, consiste en que el sensor obtiene la información conforme a las misiones asignadas en unos planes previamente asignados por los sistemas CCIRM. El sensor, bien de forma directa o bien a través de las estaciones terrestres asociadas, transformará la información a los formatos definidos en el MAJIIC para ser distribuidos entre la "*comunidad MAJIIC*" interesada y participante[4].

La distribución de la información se realiza de dos formas posibles: por difusión *broadcast o* mediante el uso de los repositorios de datos *(CSD-Coalition Share Databases).* Los modelos de datos del CSD, así como los interfaces de acceso y consultas, siguen también un estándar definido en el programa (*Stanags 4559 NATO Standard ISR Library Interface),* que todos los sistemas que quieran interoperar deben tener implementado.

Una vez disponible la información en los repositorios, el resto de los sistemas participantes (sistemas de explotación, sistemas de mando y control, etc.) podrán acceder a los datos ahí depositados, pudiendo elaborar y difundir informes de inteligencia a partir de la información disponible. Estos nuevos informes también serán conformes a los formatos definidos en MAJIIC.

Organización

Otro referente alcanzado en el programa MAJIIC es la forma en la que se han logrado los objetivos planteados. Si bien la estructura de trabajo ha sido similar a otros grupos de trabajo (grupo director, grupo gestor, grupo operativo, grupo arquitectura y grupo técnico), su dinamismo, la interrelación existente entre los grupos, un desarrollo y experimentación en espiral y han permitido una realimentación continua y ha facilitado la obtención de las capacidades indicadas.

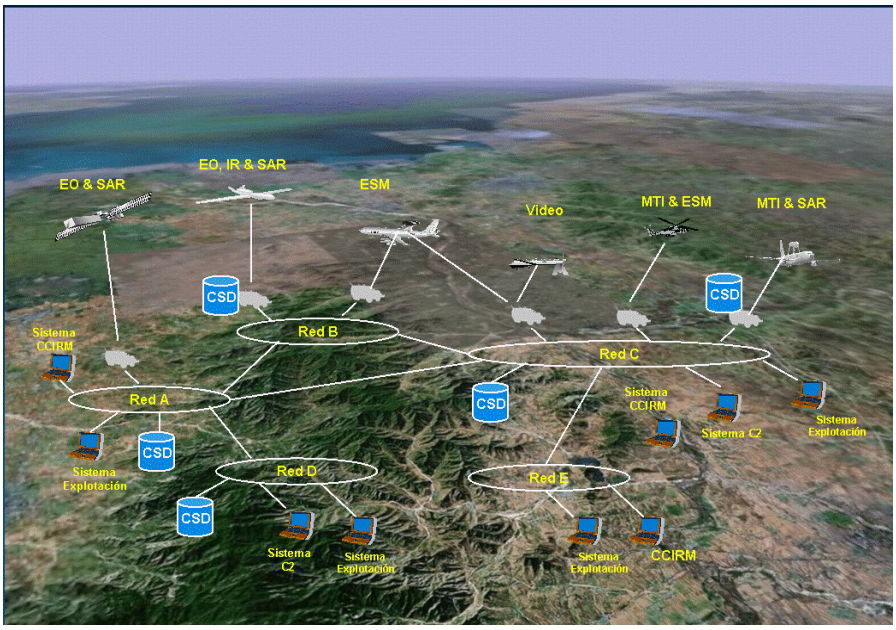


Fig. 2. Despliegue tipo de las capacidades MAJIIC.

Continuación

Los buenos resultados obtenidos en MAJIIC hicieron que OTAN (a través de la ACT) realizase una petición para obtener dichas capacidades en Afganistán. En octubre de 2007 la CNAD aprobó un plan de despliegue y desarrollo para organizar su obtención y despliegue. A finales de 2009 estará concluida la primera fase de dicho plan. Por otro lado algunas de las naciones participantes empiezan a aplicar los resultados obtenidos en MAJIIC en sus doctrinas nacionales.

En cuanto a las siguientes fases del programa, se ha acordado una continuidad de MAJIIC hasta finales de 2010 y se esta analizando la continuación hasta el 2015. En esta nueva fase se combinará el I+D con la utilización operativa prevista por OTAN. Se abordarán y reforzarán temas tales como mejorar la interrelación con los sistemas de mando y control, el empleo de nuevos tipos de información y la fusión de datos.

[3] *Las nuevas guías están actualmente en proceso de estandarización.*

[4] *Siempre y cuando se disponga de los permisos y derechos adecuados.*

MUNICIONES DE IMPACTO AMBIENTAL REDUCIDO

Roberto Jenaro de Mencos, LQCA-ITM

Introducción

- Hasta fechas relativamente recientes el impacto ambiental de las municiones ha suscitado poco interés. Por el contrario, la atención ha estado primeramente dirigida hacia las prestaciones de las municiones y, en segundo lugar, hacia los aspectos relativos a la seguridad y disponibilidad de las mismas.

El interés social creciente por la preservación del medio ambiente se ha manifestado dentro del sector de la Defensa, por parte de los diseñadores, fabricantes y usuarios de municiones, con un mayor conocimiento de la legislación ambiental aplicable y de las medidas para la implantación de éstas. No obstante, se echa en falta una aproximación más técnica a cuáles serían los conceptos o mecanismos que permitirían disminuir el impacto medioambiental de las propias municiones y de los medios para analizar esta reducción del impacto, de un modo semejante al que se dispone para valorar la seguridad de las municiones frente a una iniciación accidental de las mismas.

Con objeto de ayudar a identificar el estado de la situación, los conceptos a aplicar y para proponer pasos a seguir para la reducción del impacto ambiental de las municiones, la Agencia de la OTAN "MSIAC (MUNITIONS SAFETY INFORMATION ANALYSIS CENTER)"1, publicó en septiembre de 2008 el documento L-141 "*Reduced environmental impact munitions and insensitive munitions*"[2].

Ideas marco

A fin de ayudar a acotar el problema y ponderar el peso de cada aspecto que interviene, el documento sugiere las siguientes ideas:

1. **Compromiso entre prestaciones, insensibilidad y amigabilidad con el medioambiente:** una munición amigable con el ambiente pero inefectiva es absolutamente inútil, por tanto no debería abordarse la mayor o menor amigabilidad de una munición con el medio ambiente de forma separada a las prestaciones que se requieren de la misma. Análogamente, los cada vez más frecuentes requisitos de insensibilidad de las municiones (que procuran una mayor seguridad a los sirvientes) pueden verse afectados por los requisitos de preservación del medio ambiente: materiales energéticos adecuados para disminuir la vulnerabilidad de las municiones podrían ser prohibidos con regulaciones ambientales muy estrictas.

Por tanto, lograr un razonable compromiso entre prestaciones, seguridad y no agresividad con el medio ambiente sobre las municiones requiere un enfoque más global. Las cada vez más exigentes regulaciones sobre la idoneidad de uso de los materiales dictadas en otros ámbitos pueden no ser compatibles con este enfoque en el ámbito de la Defensa.

2. **Impacto ambiental comparativamente bajo de las municiones**: el impacto ambiental del empleo de municiones y explosivos es muy bajo comparado con el de otras actividades militares. Debido a ello, en lo que respecta a las municiones y su impacto sobre el medio ambiente, el énfasis suele ponerse en la resolución de los problemas más urgentes o inmediatos: desmilitarización de municiones obsoletas y remediación de zonas contaminadas por disparos.

3. **Costes de la "no amigabilidad con el ambiente":** la no consideración de medidas de reducción del impacto ambiental en las municiones antiguas se ha traducido fundamentalmente en onerosos costes económicos de desmilitarización y limpieza de terrenos. Más allá del cumplimiento de las regulaciones civiles a las que las municiones están sujetas durante las fases de fabricación y desmilitarización, a los ejércitos les preocupa tener mejoras en las futuras municiones de modo que puedan compatibilizar las prestaciones que se requieren con menores impactos ambientales en su uso.

4. **Priorización de los esfuerzos**: se debe considerar municiones, quizás menos agresivas, pero de uso miles de veces superior (caso por ejemplo de la cartuchería de pequeño calibre) a municiones con apreciable impacto ambiental en su uso, pero con un empleo en número muy limitado.

5. **Imposibilidad del "impacto cero":** debe quedar claro que no cabe hablar de impacto cero o nulo sobre el medio ambiente hablando de municiones.

6. **Distinción entre impacto sobre el medioambiente e impacto sobre la salud**: hay que tener claro que aquello que puede afectar directamente a la persona entra dentro del ámbito de la salud, mientras que lo que puede afectar a una persona vía otros medios (agua, plantas, terreno,…) o que puede afectar a la flora o fauna entra dentro del ámbito del impacto medioambiental.

7. **Necesidad de una definición sobre "municiones de impacto reducido":** una definición formal aún no ha sido establecida. El documento L-141 propone la siguiente definición "*munición de impacto ambiental reducido es aquella munición que cumple con fiabilidad sus prestaciones, disponibilidad y requisitos operativos, con impacto ambiental reducido durante todo su ciclo de vida.*" Esta definición presenta similitudes con la definida para munición insensible[3], pero se considera conveniente mantener separados ambos conceptos, ya que una determinada mejora en una munición para hacerla más amigable con el ambiente podría convertirla en menos insensible o viceversa.

8. **Necesidad de una base de datos sobre aspectos medioambientales de las municiones**: la agencia OTAN MSIAC está elaborando actualmente

---

[1] Una introducción a MSIAC aparece en el boletín nº 22, página 7, sobre otro de sus productos: la base de datos MSAS-08 con la normativa sobre municiones y su seguridad. Los interesados en acceder a documentos o productos de MSIAC de distribución limitada (L) y, por tanto, no disponibles en la web abierta de la Agencia (http://msiac.nato.int/), tienen que ser dados de alta en su web segura. Para ello deben dirigirse al punto focal de MSIAC en España: Cte. D. Roberto Jenaro de Mencos (rjenaro@oc.mde.es).

[2] El programa de trabajo de MSIAC para 2009 prevé continuar la línea referente al impacto ambiental de las municiones y su influencia sobre la seguridad de las mismas, estudiando información procedente de los paneles RTO AVT-115, AVT-177, AVT-179 y actividades del NIAG. El entregable de esa línea de trabajo sería la adición de los documentos más relevantes a la base de datos MSAS o la creación de una librería específica.

[3] La definición de munición insensible o de baja vulnerabilidad, recogida en el STANAG 4439 indica: "aquella munición que cumple con fiabilidad sus prestaciones y requisitos operativos pero que minimiza la probabilidad de iniciación inesperada y la severidad del daño colateral consiguiente […] cuando se ve sometida a estímulos no planeados".

una base de datos, prevista en su plan de trabajo de 2009.

9. **Necesidad de una clasificación[4] de la mayor o menor amigabilidad con el ambiente de las municiones**: se deben hacer, análogamente a como muchas naciones han establecido, varios niveles para clasificar las municiones, según su grado de insensibilidad. Otra característica de la clasificación a proponer sería la de estar basada en los distintos grados de disponibilidad de las tecnologías.

El documento L-141 propone cinco niveles, que se corresponderían con los cinco conceptos manejados habitualmente para referirse a la reducción medioambiental de las municiones. Estos niveles irían asociados a un sistema de etiquetado (p.e. con un número variable de estrellas) que permitiera una rápida identificación de estas características, y serían los siguientes:

a) Munición de impacto ambiental reducido: esta clasificación puede ser equivalente al nivel ambiental adquirido por el concepto denominado "*green ammunition*". En la práctica, esto significa no usar en los componentes metales pesados que no puedan ser recuperados tras hacer fuego.

b) Munición de impacto ambiental reducido: esta clasificación puede ser equivalente al concepto conocido como "*green outside of range*". En la práctica significa que los materiales peligrosos o tóxicos no pueden migrar fuera de los límites establecidos, bien porque los materiales experimentan migraciones, bien porque se pueden recuperar fácilmente tras el disparo.

c) Munición de impacto ambiental reducido: esta clasificación puede ser equivalente al concepto "*aceptable environmental impact in the functioning area*". La cantidad aceptable de material peligroso/ tóxico o cancerígeno para el medio ambiente se determina teniendo en cuenta el número de municiones disparadas durante un período definido y la naturaleza de la zona de caída.

d) Munición de impacto ambiental reducido: cada munición puede contener una cantidad mínima o nula de sustancias tóxicas/ peligrosas/cancerígenas. En la práctica, esta clasificación significa que dicha munición incorporaría una cantidad tan baja como fuera razonablemente posible de materiales tóxicos/peligrosos/cancerígenos.

e) Munición de impacto ambiental reducido: esta clasificación significaría que todos los aspectos ambientales o de impacto sobre la salud de las municiones, durante su ciclo de vida completo, incluyendo materiales primarios o productos acabados, la fabricación, el empaquetado, el uso y desmilitarización, han sido tenidos en cuenta y que el impacto medioambiental es mínimo.

Líneas de investigación para reducción de su impacto medioambiental

En el documento L-141 se citan someramente las siguientes:

- Sustitución del plomo de la envuelta de las balas y de la composición de las cápsulas iniciadoras de la cartuchería de pequeño calibre.
- Sustitución del RDX y AP por otros materiales de sensibilidades reducidas y más amigables con el medio ambiente.
- Alternativas a los ftalatos empleados en los plastificantes de las pólvoras de cañón.
- Sustitución de la dietil fenil urea y dietil fenilamina por otros estabilizadores.
- Sustitución del acetato de etil-glicol por otra composición fijadora en las vainas combustibles.
- Sustitución del óxido de plomo y estearato de plomo en los propulsantes sin disolventes.

Normativa de referencia:

En este apartado no se pretende una revisión exhaustiva de la normativa, sino únicamente señalar los aspectos que parecen más interesantes.

- STANAGs OTAN:
  - STANAG 4518 "*Safe disposal of munitions, design principles and requirements and safety assessment. ed.1*". (Implantado por España). Contiene simplemente unos consejos de buen diseño que faciliten la posterior desmilitarización de una munición.
  - STANAG 7141 "Joint NATO doctrine for environmental protection during NATO led military activities. ed.5". (Implantado por España). Este STANAG insta a los mandos militares a tomar en consideración en el planeamiento de las operaciones una gestión del posible riesgo medioambiental, **que conduzca a minimizar sus efectos sin comprometer los requerimientos operativos o de instrucción de la operación**.
- En España la política medioambiental del Ministerio de Defensa se desarrolla de acuerdo a la Directiva y principios siguientes:
- Directiva nº 107/97 de 2 de junio del Ministro de Defensa sobre protección del medio ambiente.
- Instrucción nº 30/98 de 2 de marzo del SEDEF por la que se desarrollan los principios contenidos en la directiva anterior.
- Escritos de los respectivos Jefes de los ejércitos estableciendo los principios de actuación para la protección del medio ambiente en cada ejército.

Como resultado de la normativa anterior, el Ministerio de Defensa español, análogamente a otros ejércitos, ha impulsado la implantación de Sistemas de Gestión Medio ambiental en las distintas Unidades de las FAS. Por lo que respecta propiamente a las municiones o sistemas de armas la concreción es más genérica: normalmente aparece en Pliegos de Prescripciones Técnicas o requisitos operativos la exigencia de que los restos del material utilizado sean biodegradables y no contaminen el medio ambiente.

Respecto a la normativa civil hay dos puntos a destacar:

- La producción de las municiones (ya sea en el tratamiento previo de las materias primas o en la fase de producto) y en gran medida la logística en tiempo de paz, quedan sujetas a las distintas regulaciones sobre prevención de daños a la salud o el medio ambiente.
- Recientemente, la Ley 42/2007 de 13 de diciembre del Patrimonio Nacional y Biodiversidad, prohíbe utilizar proyectiles de plomo en los humedales protegidos.

---

[4] *Desafortunadamente el sistema de clasificación de la ONU de sustancias peligrosas es inaplicable prácticamente a los efectos que aquí se pretenden, así se señalan las siguientes deficiencias de la normativa ONU:*

- *Se aplica únicamente al transporte, no a la fabricación, almacenamiento, uso o desmilitarización.*
- *Carece de una escala para medir la toxicidad del impacto ambiental.*
- *Sólo existen las clases 1.2K y 1.3K (artículos conteniendo tanto explosivo como sustancias químicas tóxicas). Así, la clase 1.1K no existe (la mayor parte de las municiones presentan un riesgo 1.1).*
- *La clase 9 (artículos que presentan un riesgo no cubierto por otras clases) limita el riesgo ambiental a los sistemas acuáticos.*

Efectos Biológicos de la Radiofrecuencia

A. Úbeda (Hospital Ramón y Cajal), M. J. Azanza (Universidad de Zaragoza), J. E. Page (Universidad Politécnica de Madrid), F. J. Abad (Hospital Central de la Defensa) y J. G. Fominaya (DGAM-SDG TECEN)

This paper describes the activities and the results achieved in the EDA (European Defence Agency) Project titled "Radio Frequency Biological Effects", with the EUROPA MOU as the general framework for the cooperation. The main objective of the Project was to determine whether acute and/or chronic exposure to RF fields generated by military sources can affect the function of biological systems. Theoretical and Laboratory experimental results have been obtained with in-vitro and in-vivo RF exposure systems. Dosimetry of the analysed samples is numerically solved. The focus is set on the work performed by the Spanish Group fn Researchers.

Introducción

El único efecto nocivo para la salud por la exposición a campos electromagnéticos de Radiofrecuencia (RF) sobre el cuerpo humano aceptado universalmente es el daño por calentamiento. Este daño se produce por el aumento inducido de temperatura del tejido biológico debido a la absorción de energía de RF en forma de calor. De hecho, la normativa actual (ICNIRP, STANAG, etc.) está basada en este "mecanismo térmico" y establece límites de exposición a campos electromagnéticos de RF, obtenidos mediante promediado durante un periodo de tiempo (típicamente de 6 minutos) y en una masa de tejido biológico continua de 10 gr. Se considera que aumentos de más de 1ºC pueden provocar efectos nocivos (quemaduras, shocks, etc.) debido a que se sobrepasa la capacidad termorreguladora del cuerpo humano. Aparte de este efecto a corto plazo, dicha normativa sugiere que pueden existir efectos no térmicos o subtérmicos por exposición a campos electromagnéticos de RF de onda continua (CW: *Continuous Wave*) o pulsados, que se podrían manifestar a largo plazo (cáncer, cataratas, problemas de fertilidad, etc.), como resultado de estudios epidemiológicos llevados a cabo por diferentes grupos de investigación. Aún así, dicha normativa no es aplicable en los casos de exposiciones a señales del tipo *Ultra Wide Band* (UWB), radar con pulsos de tiempo de subida muy pequeño y de muy corta duración –nanosegundos- o del tipo *High Power Microwave* (HPM), es decir, pulsos de alta potencia de pico y baja potencia media, los cuales no producen un aumento de temperatura medible y sin embargo se utilizan en muchas aplicaciones militares. Diversos estudios de investigadores civiles y militares indican una perocupación por los efectos sobre la salud del personal expuesto a este tipo de campos electromagnéticos, en particular por exposiciones repetitivas. Este proyecto surge pues como necesidad militar operativa por parte de los Ministerios de Defensa europeos de estudiar potenciales efectos sobre la salud por exposición del personal militar (operadores radar, etc.) y público en general, a radiaciones no ionizantes (RNI) de RF. En particular en los efectos de los campos generados por sistemas militares que utilizan pulsos del tipo UWB y HPM mencionados anteriormente.

Dada la naturaleza interdisciplinar del estudio (requiere expertos en biomedicina, física e ingeniería) y los múltiples tipos de señales y los parámetros a considerar (frecuencia, polarización, potencia, periodo de repetición de pulsos –PRI-, etc.), se hacía necesaria la colaboración internacional que posibilitase la ejecución de diversos programas de investigación de forma coordinada y completentaria. De esta forma, se utilizarían los recursos de cada nación participante de forma eficiente y permitiría una posible validación de efectos observados en los distintos laboratorios.

Los resultados del proyecto deberían ser de relevancia para cubrir los aspectos de seguridad de los programas futuros de los ministerios de defensa partici-pantes en aplicaciones donde se puedan manejar este tipo de formas de onda: radares convencionales de pulsos de alta potencia, perturbadores RF, equipos de comunicaciones, etc. Asimismo, los resultados podrían ser de utilidad para la elaboración de normativas de seguridad. Por último, aunque el proyecto está dirigido a la comunidad militar, los resultados son de gran interés y de aplicación en programas civiles en este campo.

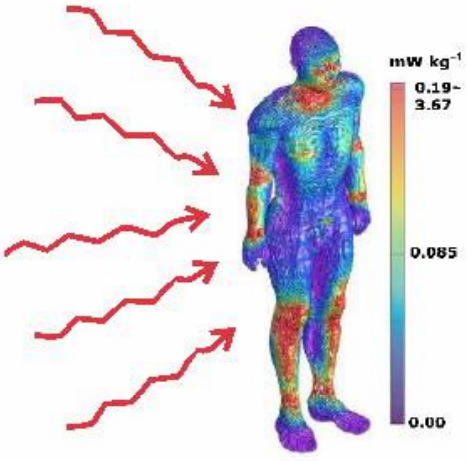


Fig. 1. Modelo del cuerpo humano.

Objetivos y Plan de Trabajo del Proyecto

En este proyecto internacional, realizado bajo el acuerdo marco EUROPA / ERG nº 1, han participado Bélgica, España, Holanda, Italia, Reino Unido y Suecia. Las organizaciones participantes encargadas de las investigaciones han sido: DSTL (Reino Unido), ACOS WB (Bélgica), CISAM, OTO Melara, ANSALDO Ricerche y la Universidad de Pisa (Italia), el TNO-FEL y la Universidad Tecnológica de Eindhoven (Holanda), FOI Defence Medicine (Suecia) y el Hospital Ramón y Cajal (HRC) de Madrid, la Universidad de Zaragoza (UNIZAR) y la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) por parte de España. Para facilitar el intercambio de información entre los grupos de investigación, además de las reuniones periódicas mantenidas, se creó un repositorio web, de acceso común por todos los participantes. El proyecto se dividió en paquetes de trabajo interrelacionados, con una nación responsable de la coordinación de cada paquete. Una de las primeras actividades fue la definición de las señales de RF de interés y sus parámetros (frecuencia, anchura de pulso,

PRF, tiempos de subida, etc.). Asimismo, se definieron patrones de referencia para comparar y validar los resultados de diferentes estrategias computacionales de modelado numérico a emplear en la dosimetría de los ensayos experimentales sobre sistemas biológicos, ya que la precisión de la dosimetría numérica es esencial para la correcta interpretación de los resultados experimentales. Se ha estudiado, también, si en el régimen no térmico sigue siendo apropiado utilizar como indicador de dosimetría la tasa de absorción específica (SAR: *Specific Absorption Rate*), o si conviene usar otros (densidad de corriente, absorción específica, etc.). En el apartado de Toxicología y Fisiología Celular, se han llevado a cabo investigaciones sobre los mecanismos celulares implicados en las respuestas no térmicas o subtérmicas a exposiciones de RF, con el objetivo de poder definir con precisión los umbrales de respuesta biológica a parámetros electromagnéticos específicos. Esta información es crucial para el establecimiento de límites de seguridad para la exposición del personal militar. El mismo fin se persigue con los estudios sobre cultivos de células del sistema nervioso –experimentos *in-vitro* y sobre animales vivos (ratas) –experimentos *in-vivo*. El plan de trabajo termina con el análisis de resultados, su interpretación es importante así como el control de efectos espurios, la validación de ensayos y un informe final con conclusiones y recomendaciones, actualmente en fase de revisión por los participantes. Este artículo se centra en los trabajos del grupo español de investigadores.

Resultados

1. Estudios experimentales en células de cáncer humano (*in vitro*)
Las limitaciones e incerti-dumbres que caracterizan a los estudios epidemiológicos y las restricciones éticas al estudio de efectos en voluntarios, obligan a la utilización de modelos biológicos, celulares o animales, en estudios que permitan identificar y caracterizar potenciales efectos de señales RF atérmicas o subtérmicas. Admitido esto, y teniendo en cuenta la escasa evidencia experimental en la materia, la primera dificultad a superar es seleccionar modelos biológicos cuya potencial sensibilidad a las radiaciones se traduzca en respuestas detectables, biológica y estadísticamente, que sean suficientemente coherentes y reproducibles como para ser caracterizadas y cuantificadas con la necesaria certeza. En el consorcio español, esta tarea vino facilitada por su experiencia previa en bioefectos de señales débiles de muy baja frecuencia (ELF: *Extremely Low Frequency*), rango propio de la modulación de señales RF de interés militar).

Campos ELF y melatonina. Como test preliminar, el equipo biomédico de Madrid utilizó células de cánceres humanos: neuroblastoma (NB69) y hepatocarcinoma (HepG2). Estas células son modelos de interés para la comprobación de hipótesis sobre la potencial acción cancerígena de dosis subtérmicas de RNI. El estudio investigó numerosos parámetros celulares y moleculares que intervienen en la proliferación de dichas células durante procesos cancerosos. Las muestras biológicas fueron expuestas a señales ELF débiles y/o tratadas con la neurohormona melatonina, secretada por la glándula pineal durante el sueño y que actúa como un potencial inhibidor de la proliferación celular en cánceres. Los trabajos realizados dentro del proyecto están recogidos en la tesis doctoral (*Respuesta Celular a CM débiles y Melatonina, M. A. Cid, UAM 2009*). Los resultados revelaron la sensibilidad de ambos modelos celulares a señales ELF débiles que, induciendo alteraciones en una cascada de respuestas moleculares y subcelulares bien caracterizadas en el estudio, estimulan la proliferación celular. Estos efectos se vieron inhibidos cuando el tratamiento ELF se administraba en presencia de melatonina. Estos resultados representan un avance considerable en el conocimiento de los mecanismos de acción de las RNI ELF débiles, y proporcionan un indicio plausible de que, sujetos con niveles normales de síntesis de melatonina o tratados con melatonina, estarían mejor protegidos de los potenciales efectos de esas radiaciones.

Señales RF pulsadas. Una vez caracterizados como sensibles los modelos celulares, el equipo de Madrid procedió a investigar su respuesta a señales de RF en banda S con modulación ELF pulsada. En este trabajo fue crucial la aportación del equipo de ingenieros de la UPM, que diseñó y construyó “ex novo” un doble banco de exposición RF compatible con el mantenimiento de los cultivos celulares en incubador de CO_2 (Fig. 2). Además, el equipo de la UPM llevó a cabo los cálculos de dosimetría numérica que permitieron caracterizar, con una precisión superior a la alcanzada por otros países colaboradores en el Proyecto, los niveles reales de exposición de las células irradiadas. Estos cálculos dosiméticos han sido presentados en congresos científicos y forman parte del proyecto de fin de carrera “Evaluación de las Prestaciones de una Herramienta Comercial de Simulación Electromagnética para la Dosimetría" José E. Varela, 2008.

Los resultados obtenidos no revelaron sensibilidad de las células de hepatocarcinoma al tratamiento subtérmico. Por el contrario, las células de neuroblastoma respondieron con una inhibición consistente y significativa de su tasa de proliferación. Este efecto, que parece deberse a una ralentización de la progresión del ciclo celular, no apoya las hipótesis recientes sobre potenciales efectos cancerígenos o cocancerígenos de radiaciones RF moduladas.

Al contrario, el efecto citostático o antiproliferativo observado en estas células de cáncer humano es absolutamente novedoso y debe ser explorado en mayor profundidad por su potencial repercusión en investigación translacional sobre terapias oncológicas.

2. Estudios experimentales en células de sistema nervioso (*in vitro*).
Las neuronas y los astrocitos son las células principales del cerebro humano. De las neuronas depende la compleja fisiología del cerebro. Los astrocitos realizan diversas funciones. Forman el soporte estructural del sistema nervioso central (SNC), reparan lesiones (gliosis), nutren a las neuronas y regulan los metabolitos del SNC. Los astrocitos forman la barrera hematoencefálica que limita el transporte de sustancias desde la sangre al interior del cerebro. Son más numerosos que las neuronas, y proliferan siendo los responsables de más del 90% de los tumores cerebrales humanos.

Cualquier alteración en el normal funcionamiento de neuronas y astrocitos puede tener efectos en la salud. Por su gran interés, estas células fueron seleccionadas por el equipo de la Universidad de Zaragoza (UNIZAR) para el estudio de los potenciales efectos de las RF en la banda X, moduladas por ELF en los rangos de interés mili-

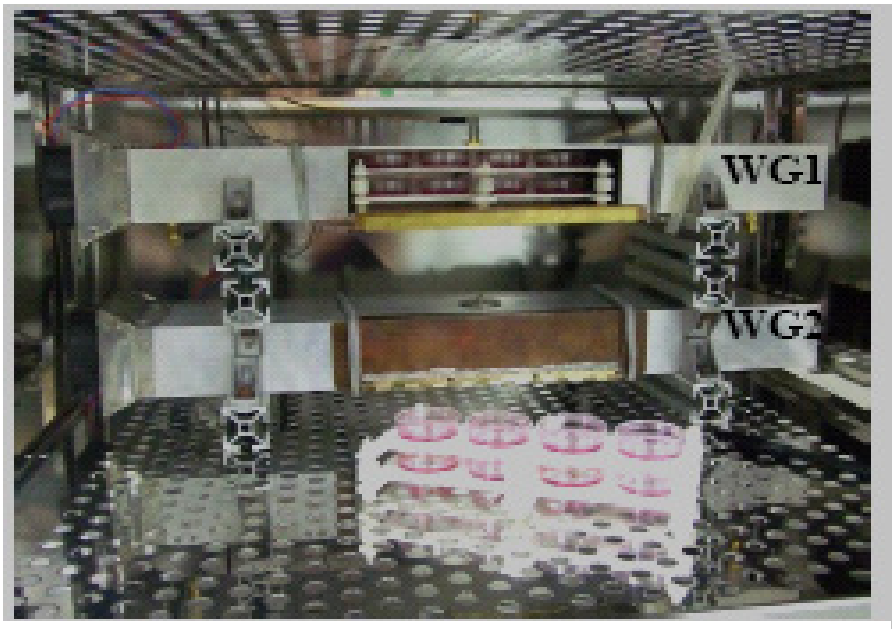


Fig. 2. Banco de exposición in vitro, compuesto por dos guías de onda en el interior de un incubador. Un conjunto de 8 placas de cultivos están listas para ser irradiadas en la guía inferior. Otro grupo idéntico de muestras (controles, no irradiadas) se encuentra ya en el interior de la otra guía.

tar. Se desarrollaron dos sistemas originales de exposición a RF: una cavidad resonante abierta para los estudios con neuronas y un incubador-GTEM *(Gigahertz Transverse Electromagnetic)* para mantener los astrocitos en cultivo, dentro de una celda GTEM. Los cálculos de dosimetría numérica, para caracterizar los niveles de campo recibido por las muestras biológicas, y las condiciones subtérmicas de los experimentos, fueron realizados por el grupo del Prof. R. Gómez de la Universidad de Granada.

Estudios experimentales en neuronas de molusco. La actividad electrofisiológica neuronal está producida por los flujos de iones transmembrana que originan corrientes eléctricas. A la vez que se propagan por la membrana neuronal, generan campos magnéticos. Es decir, es un proceso, en sí mismo, electromagnético. De ahí la alta sensibilidad de las neuronas a los campos de ELF, puesta de manifiesto en estudios previos del equipo de la UNIZAR. Se han utilizado neuronas de molusco (*Helix aspersa*) por considerarse un modelo experimental óptimo, que admite la extrapolación de resultados a mamíferos.

El objetivo ha sido estudiar el efecto inducido en la actividad bioeléctrica de neuronas expuestas a una portadora de RF, de 13,6 GHz, modulada en amplitud por ELF de 2 a 100 Hz. Los experimentos se han realizado mediante registros intracelulares de la actividad electrofisiológica. La portadora no produjo ningún efecto significativo. Las respuestas fueron inducidas por el campo de ELF de modulación. La frecuencia de la actividad neuronal incrementó para valores determinados de frecuencia de campo aplicado: 4, 8, 12, 16, 50 y 100 Hz dependiendo del tipo de neurona (Fig.3). Los resultados observados sugieren una capacidad de demodulación del campo aplicado por parte de la membrana plasmática de las neuronas. Este efecto, denominado de resonancia en frecuencia, se ha explicado mediante un modelo físico. Los resultados obtenidos son de interés práctico, puesto que coinciden con observaciones realizadas en voluntarios humanos expuestos a señales de RF moduladas por ELF. Se han encontrado resonancias en el EEG (electroencefalograma), en los mismos rangos observados en los experimentos de UNIZAR con neuronas individuales. Se está profundizando en estos resultados, con el fin de obtener datos para explicar posibles efectos en el EEG humano por exposición a campos electromagnéticos ambientales.

Estudios experimentales en astrocitos humanos. La UNIZAR realizó experimentos en dos líneas de astrocitos humanos: normales y procedentes de astrocitomas, para comparar las susceptibilidades relativas a las RF y hacer una evaluación de riesgo en relación con la progresión de un astrocitoma incipiente, o bien la eventualidad de una transformación tumoral de astrocitos normales.

Los resultados no mostraron diferen-

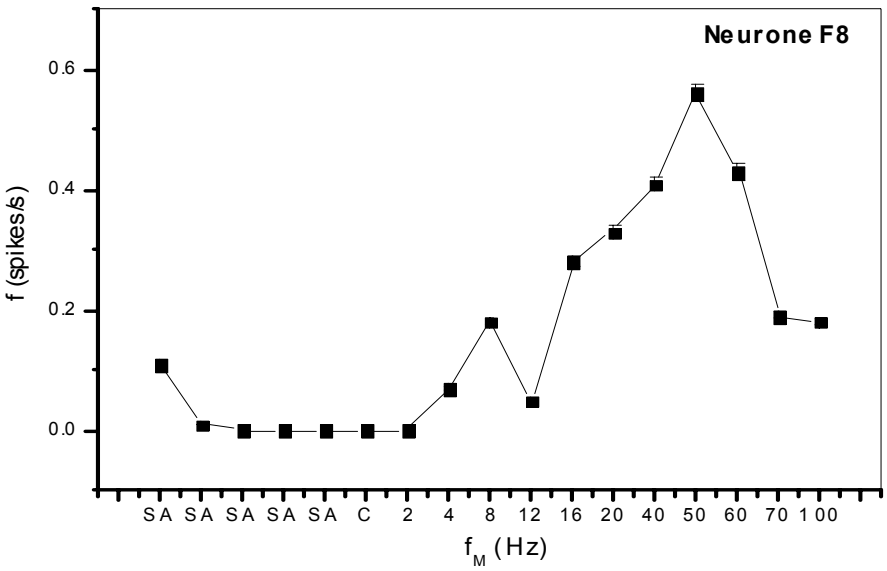


Fig. 3. Resultados obtenidos desde la neurona F8. Se representa la variación de la frecuencia de la actividad bioeléctrica neuronal (potenciales/s) en función de la frecuencia del campo aplicado. SA, actividad espontánea. La onda plana, C, se aplicó durante 10 min. La portadora modulada por ELF (2 - 100 Hz) se aplicó durante 10 min. para cada valor de frecuencia. Se observaron resonancias para valores de ELF de 8 y 50 Hz.

cias significativas entre las muestras expuestas a RF (9,6 GHz, modulada en amplitud por ELF de 100 a 800 GHz) y los controles, en: morfología celular, expresión de proteínas del citoesqueleto (Fig. 4), viabilidad y efectos genotóxicos. No obstante, recientemente se ha observado un incremento de la proliferación celular. Aunque el grado de significación no es elevado, interesa profundizar en este aspecto con el fin de obtener una confirmación y establecer el posible proceso de alteración a nivel molecular y subcelular. Los estudios de la UNIZAR son objeto de dos tesis doctorales en fase de realización. Los resultados obtenidos se han presentado en congresos nacionales e internacionales y serán objeto de publicaciones.

3. Estudios experimentales en animales (*in vivo*). Si el estudio de los efectos de las RNI *in vitro* es lento y complejo, el estudio *in vivo* es mucho más complicado, y más exigente en recursos y esfuerzo. Sin embargo, la aproximación *in vivo* al problema es ineludible si queremos ampliar el conocimiento desde al ámbito de los mecanismos celulares al de la respuesta de organismos completos, que son al mismo tiempo adaptables y vulnerables a las influencias del ambiente.

En este caso, el equipo de Madrid optó por un modelo considerado clásicamente idóneo en biomedicina, la rata macho, joven adulta. Por sus características fisiológicas y anatómicas, este modelo es adecuado para el estudio de los efectos de señales CW en la banda X. Y para evitar respuestas espurias observadas en estudios previos, debidas al estrés provocado en los animales cuando su movilidad es restringida mecánicamente durante la exposición, se mantuvo a los especimenes en jaulas individuales. Estas jaulas, diseñadas y construidas para conseguir una mínima interferencia con la señal RF, estaban dotadas de filtros de aire y permitían libertad de movimiento a los animales. Para la experimentación simultánea con grupos de 6 animales expuestos y 6 controles, se diseñó e instaló, con la colaboración del equipo de ingenieros de la UPM, una cámara anecoica que cumple los estándares europeos en experimentación animal. La cámara, única en su género, posee el equipamiento necesario para el control de temperatura, humedad e iluminación

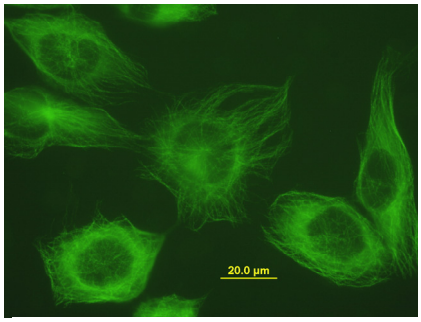


Fig. 4.- Distribución de proteínas del citoesqueleto (alfa-tubulinas) en astrocitos de astrocitoma mantenidos 24 h en exposición a RF de 9,6 GHz. No se observaron diferencias significativas entre las muestras tratadas y los controles.

en su interior (Fig. 5). Además, durante su permanencia en la cámara anecoica los animales fueron videograbados para el estudio de potenciales reacciones motoras en respuesta a la señal RF.

Al final de intervalos de 5 días de exposición RF o de ausencia de exposición (en sujetos controles) los animales eran sacrificados y se recogían muestras de tejido y de sangre para el análisis de diversos parámetros bioquímicos y hormonales. El equipo de ingenieros de la UPM llevó a cabo los estudios correspondientes de dosimetría numérica, que permitieron definir los niveles y condiciones de exposición de los sujetos experimentales. Los trabajos forman parte del proyecto fin de carrera: "Evaluación de los Niveles de Absorción en Tejidos Biológicos Expuestos a Campos Electromagnéticos", Jesús Campoy, 2009.

Los resultados experimentales revelaron decrementos en los niveles de algunos parámetros sanguíneos, sobre todo transaminasas, lipasas o ácido úrico, en los sujetos expuestos. No se encontraron cambios significativos en el peso o en el comportamiento de los animales tratados. En su conjunto, los efectos descritos son de interés biomédico, ya que no se habían detectado antes en respuesta a señales como las aplicadas. Sin embargo, en si mismos, tales efectos no son indicativos de una alteración patológica y podrían interpretarse como una respuesta adaptativa que no parece comprometer la salud o el bienestar de los sujetos a corto plazo. En cualquier caso, es evidente la necesidad de ampliar el estudio a fin de caracterizar los efectos observados y de valorar sus posibles implicaciones sobre la salud.

Conclusiones

La aportación española ha supuesto un esfuerzo científico y técnico significativo dentro de todos los paquetes de trabajo del proyecto, liderando los correspondientes a “Fisiología Celular y Toxicología: Estudios Celulares y Bioquímicos” y *“*Sistema Nervioso: Estudios en Células y en Animales*”.*

Se han diseñado, construido y validado equipos avanzados para la exposición de modelos biológicos, ani-

Fig. 5. Banco para exposición de 6 ratas a señales RF en banda X dentro de cámara anecoica. Otras 6 ratas controles se encuentran en la misma cámara, protegidas de la irradiación por un panel apantallado.

males y celulares, a señales RF en las bandas S y X. Esta dotación de equipos e instalaciones permanentes es uno de los logros más representativos del proyecto, y sitúa al consorcio español en una posición aventajada en este tipo de investigación. También, se han desarrollado estrategias avanzadas de dosimetría numérica para exposiciones a distintos tipos de señales RF y se han probado y caracterizado modelos celulares adecuados para el estudio de efectos subtérmicos de señales RF de interés militar.

Los resultados de los estudios *in vitro* son coherentes con una sensibilidad celular a las citadas dosis subtérmicas. Los efectos no parecen ser dependientes linealmente de la SAR o de la temperatura. La modulación y la forma de la señal podrían tener una influencia crítica en el tipo de respuesta celular inducida. Líneas celulares distintas presentan respuestas diferentes, específicas, a una misma señal. Algunas de las respuestas observadas no son indicativas de efectos citoproliferativos (propios de procesos cancerosos); al contrario, revelan efectos citostáticos. La relevancia de estos resultados en el estudio de procesos oncostáticos merece ser considerada seriamente.

Los estudios en animales han mostrado indicios de efectos ligeros, pero significativos, en las concentraciones de parámetros bioquímicos específicos en sangre. Aunque esas alteraciones bioquímicas no tienen una relevancia patológica definida, y podrían representar mecanismos adaptativos a la exposición, los datos deberán ser ampliados antes de poder emitir conclusiones válidas sobre su significado biomédico.

En definitiva, los trabajos del grupo español han contribuido de forma significativa al asentamiento de una base firme para el estudio de los bioefectos de las señales RF de interés militar, tanto desde la perspectiva de la protección radiológica como desde un enfoque de aplicabilidad biomédica.

Recomendaciones y líneas futuras de investigación

En resumen, se ha generado conocimiento sobre los efectos biológicos debido a exposición a campos EM, principalmente de tipo pulsado. Este tipo de estudios serán la base en un futuro no muy lejano para estar en condiciones de poder adecuar la actual normativa de límites de exposición del personal militar a campos EM, que no consideran los efectos subtérmicos, o que como mucho, sugiere que puede haberlos.

Téngase en cuenta que la actual falta de información experimental con este tipo de señales puede estar restringiendo de forma innecesaria los límites de exposición. Es crucial poder llegar a extrapolar los resultados de los experimentos *in vitro* a resultados *in vivo* y finalmente a los seres humanos. Esto se complementa con los estudios epidemiológicos que se están ya realizando con personal militar expuesto a este tipo de señales, si bien, al ser estudios de naturaleza estadística, necesitan manejar muchos datos –tiempo- para evitar sesgos.

El proyecto ha permitido caracterizar de forma precisa los sistemas de irradiación para experimentos biológicos, así como el modelado numérico de apoyo sobre la interacción de señales de RF con las células biológicas. Esta capacidad adquirida de poder validar de forma independiente efectos observados en otros laboratorios es fundamental a la hora de incorporar los resultados de las investigaciones en la normativa. No obstante, se recomiendan nuevos estudios de replicación-confirmación experimentales, así como manejar señales con modulaciones más complejas, próximas a las utilizadas en los sistemas militares actuales y refinar la dosimetría.

Para más información, pueden diri

girse al TCol D. F. Javier Abad Santos (fabasa1@oc.mde.es).

agenda

3rd European Conference for Aeroespace Scientist
Del 6 al 9 de julio de 2009, Versalles (Francia)
http://www.eucass2009.com/

Jornada de Comunicación a la Industria del Sector Defensa: SDG TECEN
17 de septiembre de 2009 (pendiente de confirmar), CESEDEN, Madrid.
http://www.mde.es/dgam/i+d.htm

Jornada de Textiles Inteligentes
Octubre 2009, Madrid (fecha y lugar pendientes. de confirmar)
http://www.mde.es/dgam/i+d.htm

Fraunhofer Conference "Future Security"
Del 29 de septiembre al 1 de octubre de 2009, Karlsruhe (Alemania)
http://www.ict.fraunhofer.de

2ª Convocatoria del EDA JIP ICET
16 de octubre de 2009: fecha límite para la entrega de propuestas. Bruselas.
http://www.eda.europa.eu/genericitem.aspx?id=468

CBRNe CONVERGENCE
Del 28 al 30 de octubre de 2009, La Haya (Holanda).
http://www.cbrneworld.com

NATO RTO
RTO.MSG-078 Workshop on Exploiting Commertial Games and Technology for Military Use
Del 22 al 24 de septiembre de 2009, Suffolk (EE.UU.).

RTO-SAS-ET-BI SAS-ET-BI *Disruptive Technologies Assessment Game*
Del 5 al 9 de octubre de 2009, Estocolmo (Suecia).

RTO-SAS-066 Multi National Exercise on Joint Operations 2030
Del 8 al 10 de octubre de 2009, Paris (Francia)

1st NATO Workshop on C-IED Exploitation

Del 3 al 5 de noviembre 2009, Madrid (España)

http://www.rto.nato.int

Boletín de Observación Tecnológica en Defensa

Disponible en http://www.mde.es/dgam/observatecnoF.htm

Boletín DE OBSERVACIÓN TECNOLÓGICA EN DEFENSA

DIRECCION GENERAL DE ARMAMENTO Y MATERIAL
ARMAMENTO Y MATERIAL

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE TECNOLOGÍA Y CENTROS
Boletín de Observación Tecnológica en Defensa nº 23 Especial RTO • 2º Trimestre de 2009

LOS PANELES DE LA RESEARCH AND TECHNOLOGY ORGANIZATION

SOPT
SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

Edita:

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE DEFENSA · SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA · SUBDIRECCIÓN GENERAL DE DOCUMENTACIÓN Y PUBLICACIONES

NIPO: 076-09-042-9
Depósito legal: M-8179-2009

www.mde.es/dgam/observatecnoF.htm

Autor: Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica, Subdirección General de Tecnología y Centros de la DGAM (observatecno@oc.mde.es). **Director**: CF Ing José María Riola Rodríguez. **Redacción**: Patricia López Vicente. **Consejo Editorial**: Observatorio de Armas, Municiones, Balística y Protección (OT AMBP): T.Col. CIP Nicolás Braojos López; Observatorio de Electrónica (OT ELEC): C.N. Ing. Arturo Montero García; Observatorio de Energía y Propulsión (OT ENEP): Observatorio de Defensa NBQ (OT NBQ): T.Col. Alfredo Fernández López; Observatorio de Materiales (OT MAT): Cte. CIESO Jesús M. Aguilar Polo; Observatorio de Óptica, Optrónica y Nanotecnología (OT OPTR): Ing. D. Fernando Márquez de Prado Urquía; Observatorio de UAVs, Robótica y Sistemas Aéreos (OT UAVs): Ing. D. José Ramón Sala Trigueros; Observatorio de Sistemas Terrestres y Navales (OT STN): Col. CIP Manuel Engo Nogués; Observatorio de Tecnologías de la Información, Comunicaciones y Simulación (OT TICS): Ing. D. Francisco Javier López Gómez..
Portada: Logo de la RTO.

Paneles RTO

Panel AVT: Cte. Jesús Aguilar Polo (jaguilarp@oc.mde.es) / José María Riola Rodríguez (jriorod@fn.mde.es) / Fernando Monge Gómez (mongef@inta.es).

Panel HFM: Col. César Alonso-Rodríguez (calonso@mundivia.es) / Tcol. Francisco Ríos-Tejada (triotej@oc.mde.es, frios@saludalia.com) / Angélica Acuña Benito (aacuben@oc.mde.es)

IMC: Fernando Mérida Martín (meridamf@inta.es) / Ana Isabel Cervantes Muñoz (anacervantes@oc.mde.es).

Panel IST: Fernando Cases Vega (fcasveg@oc.mde.es) / David García Dolla (dgardol@oc.mde.es).

NMSG: Antonio Gramaje Cornejo (agracor@oc.mde.es) / Cte. Nelson Ameyugo (namecat@fn.mde.es) / Cte. Francisco José Mimbrero Martín (fmimmar@et.mde.es)

Panel SAS: Vicente Infante Oliveras (vinfoli@oc.mde.es) / Patricia López Vicente (plopvic@oc.mde.es) / Cap. Luis Gómez Lázaro (lglazaro@et.mde.es).

Panel SCI: Tte. Aurelio Hinarejos Rojo (ahinarejos@et.mde.es), Jesús López Pino (jloppi3@oc.mde.es), Ángel Mateo-Palacios (angel.mateo@upm.es), Luis Díez Hernández (luis.diez@oc.mde.es)

Panel SET: Javier García Fominaya (jgarciaf@oc.mde.es) / Manuel Mulero Valenzuela (mulerom@inta.es) / Carlos García Gómez (cgargo9@oc.mde.es)

CONTENIDOS

2 OTAN Research and Technology Organization
4 Los Paneles de la RTO
4 Panel AVT
5 Panel HFM
6 IMC
6 Enlaces
7 Panel IST
8 NMSG
9 Panel SAS
10 Panel SCI
11 Panel SET

OTAN Research and Technology Organization

J. Matías González Bolívar, Coordinador Nacional RTO

Introducción

La Research & Technology Organization (RTO) constituye la organización sobre la que pivota el apoyo en investigación que la OTAN necesita para el cumplimiento de sus objetivos. Fue fundada en 1998 mediante la fusión de las organizaciones AGARD y DRG. El pasado año celebró, por tanto, su décimo aniversario.

La participación española en la RTO está regulada por medio de la instrucción 157/2007, de 28 de diciembre, de la Secretaría de Estado de Defensa, que determina la contribución española a la CNAD y a la RTO. De acuerdo a lo establecido en la misma, la representación española corresponde a la Subdirección General de Tecnología y Centros (SDG TECEN) de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) del Ministerio de Defensa.

Misiones y Objetivos

Las misiones de la RTO son:

- promover y dirigir la investigación cooperativa y el intercambio de información científica y técnica,
- apoyar el desarrollo y la aplicación eficaz del I+T nacional de defensa, y mantener, por tanto, un liderazgo tecnológico dentro de la Alianza,
- contribuir a la satisfacción de las necesidades militares de la Alianza, y,
- proporcionar asesoramiento a la OTAN y sus naciones aliadas.

Los objetivos concretos de la RTO no son fijos en el tiempo y se determinan de acuerdo a las aportaciones y orientaciones de las naciones, la Estrategia de I+T, la Conferencia de Directores Nacionales de Armamento (CNAD: *Conference of Nacional Armaments Directors*), el Comité Militar (MC: *Military Committee*) y los Mandos Estratégicos de la OTAN (NATO SCs: *Strategic Commands*).

Contribución de la RTO a la OTAN

La RTO aporta a la OTAN cuatro elementos básicos de gran valor:

- una red de miles de expertos que representa un gran beneficio para cada uno de los miembros de la Alianza;
- los resultados de sus investigaciones y análisis, así como los estándares OTAN, que son propuestos en los documentos técnicos e informes finales de sus actividades;
- los resultados de demostradores tecnológicos, experimentos y ensayos de campo realizados en la RTO, en colaboración con otros organismos de la OTAN y países participantes y
- un gran número de oportunidades educativas, como simposios, conferencias y cursos técnicos.

Organización

Para el cumplimiento de las misiones asignadas, la RTO opera en tres niveles:

- Nivel 1: El Consejo de Investigación y Tecnología (RTB: *R&T Board*), apoyado por una agencia ejecutiva, la Agencia de Investigación y Tecnología (RTA: *R&T Agency*);
- Nivel 2: Paneles Tecnológicos y Grupo de Modelado y Simulación;
- Nivel 3: Grupos Técnicos;

RTB

El RTB constituye la máxima autoridad en la RTO, con responsabilidades en la toma de decisiones sobre el de-

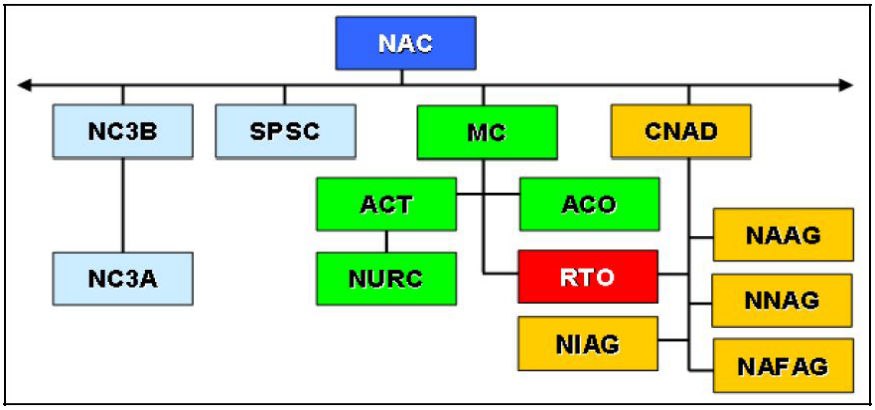


Fig. 1. La RTO en la estructura OTAN.

sarrollo y mantenimiento de la estrategia I+T de la OTAN, así como en la dirección y / o coordinación de las actividades de la RTO.

Una de las aportaciones más importantes del RTB es el establecimiento del plan de actualizaciones del programa de I+T que se ejecuta mediante el denominado *Rolling Plan*. Este plan a largo plazo describe las prioridades y las acciones necesarias para formular el programa de I+T. Su carácter dinámico (de ahí el nombre de *rolling*) es debido a las revisiones periódicas de los objetivos de la RTO, que se producen como consecuencia de los cambios en los requisitos y en los nuevos desarrollos de la tecnología. El Rolling Plan es revisado anualmente.

RTA

La Research & Technology Agency (RTA) es la organización de apoyo a la RTO. Tiene su sede en Neuilly-sur-Seine (París) y cuenta con una plantilla de 50 personas aproximadamente.

Paneles Tecnológicos

El total de actividades de I+T se canaliza a través de seis paneles que cubren el espectro tecnológico y un grupo especializado en simulación. Como apoyo, un comité se encarga de los temas de gestión de la información.

- Tecnología Aplicada a Vehículos (AVT)
- Medicina y Factores Humanos (HFM)
- Tecnologías de Sistemas de Información (IST)
- Estudios, Análisis y Simulación (SAS)
- Conceptos de Sistemas e Integración (SCI)
- Tecnología Electrónica y de Sensores (SET)
- Grupo OTAN de Modelado y Simulación (NMSG)
- Comité sobre Gestión de la Información (IMC)

Estos paneles y grupos están compuestos por representantes de las organizaciones nacionales, así como por científicos de prestigio mundial y especialistas de la información.

Grupos Técnicos

La labor científica y tecnológica de la RTO es efectuada por grupos técnicos que llevan a cabo actividades específicas con una duración concreta. Bajo la guía y supervisión de los Paneles, estos Grupos Técnicos abarcan las siguientes actividades:

- RTO Symposium (RSY),
- RTO Specialists' Meeting (RSM),
- RTO Workshop (RWS),
- RTO Task Group (RTG),
- Long-term Scientific Study (LTSS),
- Military Application Study (MAS),
- RTO Lecture Series (RLS),
- RTO Technical Course (RTC),
- AGARDograph (AG).

Es en estos grupos y actividades, donde participan los expertos científicos e investigadores de las naciones.

Coordinador Nacional

Cada nación designa un Coordinador Nacional que se encarga de administrar las tareas nacionales y de establecer una adecuada conexión con la RTO.

Resultados

Los resultados de los trabajos conducen a la publicación de literatura científica de gran valor, gran parte de la cual se publica en foros de investigación científica, así como en publicaciones científicas específicas.

Los resúmenes de todas y cada una de las publicaciones se pueden ver en la página Web de la RTO y, si su clasificación lo permite, se puede descargar el texto completo. También se puede obtener copias en CD-ROM a partir de uno de los centros de distribución nacional o de uno de los centros de venta RTA, cuyos detalles se pueden encontrar en la Web.

Más Información

La página Web de la RTO (www.rto.nato.int) proporciona una amplia información sobre la organización y sus actividades.

Cualquier consulta sobre asuntos de la RTO, sus grupos y, en particular, interés en la participación en sus actividades, puede ser dirigida a la dirección de correo electrónico siguiente: rtoconsultas@oc.mde.es.

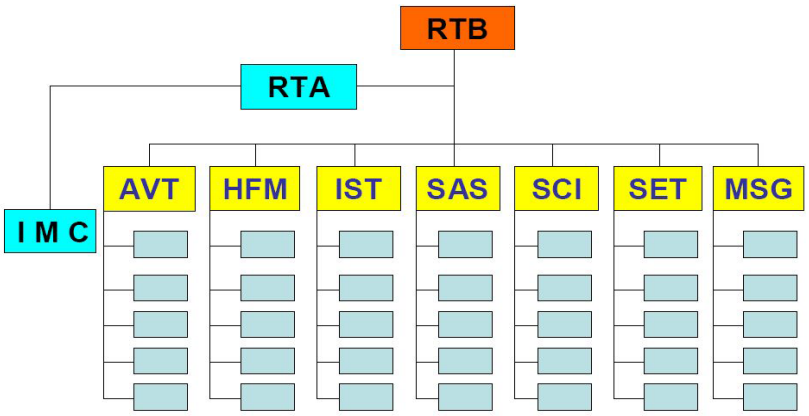


Fig. 2. RTO - Estructura de la Organización

Los Paneles de la RTO

Panel AVT (*Applied Vehicle Technology*)

Cte. CIESO Jesús M Aguilar Polo, Representante Nacional Panel AVT

Objetivo del Panel AVT

En el Panel *Applied Vehicle Technology* (AVT) se investigan las tecnologías más indicadas para mejorar las prestaciones y seguridad de las plataformas, los sistemas de propulsión y los sistemas de energía de los vehículos en todos los entornos: tierra, mar, aire y espacio, tanto para sistemas nuevos como en operación. Dada la gran amplitud de su campo de actuación, el Panel AVT se reparte entre varios comités técnicos. La estructura interna es la siguiente:

- **MSM TC**: Comité Técnico de Sistemas Mecánicos, Estructuras y Materiales (*Mechanical Systems, Structures and Materials Technical Committee*).
- **PSF TC**: Comité Técnico de Actuaciones, Estabilidad, Control y Física de Fluidos (*Performance, Stability, Control and Fluid Physics*).
- **PPS TC**: Comité Técnico de Propulsión y Sistemas de Potencia (*Propulsion and Power Systems*).
- **StC**: Comité Estratégico, es el verdadero corazón del Panel. Compuesto de un grupo de Panelistas: recoge las propuestas de actividades de los TCs y propone al Panel una selección y priorización de las mismas, intentando equilibrar el peso de las actividades en los distintos ámbitos. El StC también propone la estrategia futura del Panel.
- **AwC**: el Comité de Nominaciones (*Awards Committee*).
- **SC**: el Comité para el Programa de Apoyo (*Support Programme Committee*).

Las actividades del Panel AVT surgen como respuesta a las necesidades tecnológicas dadas por los requisitos operativos y los planes de capacidades futuras de la OTAN (LTCR, *Long Term Capability Requirements*).

Actividades del Panel AVT

Se pueden agrupar en dos grandes áreas:

1ª. Tecnologías de vehículos y plataformas, que incluye:

- Diseño de vehículos y plataformas.
- Dinámica y mecánica de fluidos.
- Estabilidad y control.
- Control del ruido y las vibraciones.
- Dinámica y cargas estructurales.
- Estructuras inteligentes.
- Materiales estructurales y procesos de fabricación.
- Materiales no estructurales.
- Protección medioambiental.
- Disponibilidad y supervivencia de plataformas
- Fiabilidad, mantenimiento y reparación de plataformas.
- Técnicas, instalaciones de ensayo, e instrumentación

2ª Tecnologías de propulsión y energía, que incluye:

- Diseño de motores.
- Cohetes y motores de cohetes basados en ciclos combinados.
- Sistemas eléctricos, incluidos sistemas híbridos de propulsión.
- Motores de empuje vectorial
- Generación y almacenamiento de energía.
- Combustibles y procesos de combustión.
- Materiales y estructuras para la generación de energía.
- Propulsores y explosivos
- Monitorización estructural, fiabilidad, y mantenimiento.
- Impacto ambiental
- Técnicas, instalaciones de ensayo, e instrumentación.

Fig. 1. V-22 Osprey (US Marine Corps - Bell/Boeing).

Actividades con participación española

España participa en los siguientes grupos:

AVT-148 – *Assess the Ability to Improve Shipboard Launch and Recovery of Aircraft in a Ship Airwake Environment*. Este grupo tiene como objetivo mejorar las operaciones aéreas de lanzamiento y recuperación desde barcos en el mar.

AVT-160 – *Health Management of Munitions*. El objetivo de este grupo es desarrollar modelos para una gestión segura de las municiones para distintas condiciones de temperatura, humedad, impactos y vibraciones.

AVT-168 – *Morphing Vehicles*. Simposio donde se van a tratar los desarrollos y las previsiones de vehículos adaptables a distintas condiciones de operación.

AVT-172 – *Workshop on Implementation of Condition Based Maintenance*, que se centra en la tendencia actual de mantenimiento basado en la condición del sistema.

AVT-174 – *Qualification and Structural Design guidelines for Military UAVs.* El objetivo es plantear unos criterios de diseño apropiados que consigan disminuir el número de ensayos previos a la puesta en servicio de UAVs.

AVT-180 – *Technical Team on Gas Turbine Engine Test Cell Instrumentation*, sobre instrumentación de células de ensayo en motores turbina.

Futuras actividades

Las actividades del panel AVT previstas son:

Otoño 2009:

- AVT-163 – *Specialist Meeting on Additive Technology for Repair of Military Hardware.*
- AVT164 – *Workshop on Support of Composite Systems*.

Primavera de 2010, Turquía:

- AVT-171 – *Multifunctional Structures and System Technologies for Small Spacecraft*.
- AVT-176 – *Advances in Service Life Determination and Health Monitoring of Munitions*.
- AVT-182 – *Flight Physics in Micro Air Vehicles and in Nature*.

Panel HFM (*Human Factors and Medicine*)

Tcol. Francisco Ríos Tejada,
Representante Nacional Panel HFM

Objetivo del Panel HFM

El *Human Factor and Medicine Panel* (HFM) se articula como el principal resorte científico en relación al hombre y su interrelación con los sistemas que maneja, en conjunción con el resto de paneles con los que se coordinan y articulan actividades conjuntas. El HFM se estructura en cuatro ámbitos de actuación que abarcan todos los aspectos médicos y humanos que, en el contexto del medio militar, pueden afectar al combatiente, independientemente de dónde realice su actividad, en qué condiciones medioambientales y con qué herramientas asociadas al combate y la defensa, sea por tierra, mar o aire.

Desde esa perspectiva el HFM está organizado en cuatro áreas de conocimiento: *Operational Medicine, Human Protection, Human Efectiveness*, y *Human System Integration*, cada una de ellas focalizada en un aspecto específico físico, psíquico o psicológico con objeto de encuadrar y acompasar científicamente todos y cada uno de los problemas que el combatiente actual y futuro pueda plantear en el marco operacional de la OTAN.

El trabajo del Panel, se materializa en la constitución y gestión de un amplio grupo de actividades, que se desarrollan a partir de las propuestas e iniciativas de cada una de las áreas de conocimiento. Dichas actividades se aprueban en las reuniones de trabajo anuales y son implementadas por el Comité constituido por todos los representantes nacionales. Por otro lado, el trabajo se organiza en tres escalones de actuación: el Comité de Delegados Nacionales, el Panel propiamente dicho y todos aquellos que participan en las actividades gestionadas por el Panel a través de sus representantes nacionales.

Actividades con participación española

Las actividades que han contado con participación nacional han sido múltiples y abarcan la práctica totalidad de las posibilidades oficialmente establecidas. España ha patrocinado simposios monográficos, el último celebrado en A Coruña en el año 2002 y estuvo dedicado a aspectos relacionados con *Spatial disorientation in Military Vehicles: Causes, consequences and cures*, y ha presidido varios simposios como el HFM-030-RSY *Operacional Issues of aging aircrewmembers*, *Current aeromedical issues in Rotary Wing Operations*, el HFM-050-RSY *Operacional medical issues in Hypo and Hyperbaric conditions* o *Human factors & medical aspects of Day/Night All weather operations: current issues and future challenges*. Además ha participado en el comité científico de muchos otros simposios, como el HFM-158-RSY *Influences of gender differences on conducting operational activities*, o el próximo a celebrar en Helsinki sobre *Soldiers in cold environments (HFM-168-RSY)*, habiendo sido aceptada una aportación española para su presentación.

De igual forma, se han realizado propuestas de actividades por parte de los representantes nacionales del Panel como el HFM-178-RTG *Refractive surgery, New techniques and usability in military personnel,* HFM-ET-066 *Impact of lifestyle and health conditions on military fitness*, *Deployable Laboratory applications of biotechnology*, que ahora son grupos de trabajo activos o incluso actividades en marcha como *Requirements for oxygen for unpressurized aircraft,* HFM-180-RTC *Strategies to address recruting & retention issues in the military* o la más reciente *Aircraft Accident Investigation for flight surgeons*, dirigida por un miembro español del Panel y que ha batido el record de asistencia en un curso técnico con 98 participantes.

Beneficios

No cabe duda que los beneficios relativos a la instrucción, intercambio de información e incorporación de nuevas tecnologías son logros indiscutibles del Panel HFM de la RTO y de hecho esta Agencia constituye la fuente documental y científica más importante de OTAN.

Participación

La participación en las actividades promovidas por el mismo se coordina con los representantes nacionales del Panel y en conjunción con la oficina nacional de RTO, a través del Coordinador Nacional.

Fig. 1. 23rd HFM Panel business Meeting.

IMC *(Information Management Committee)*

Fernando Monge, INTA, Representante Nacional IMC

Misión

El *Information Management Committee* (IMC) facilita asesoramiento en el área de la gestión de la información.

El ámbito de las actividades del IMC cubre el ciclo de vida completo de la información, incluyendo la adquisición, el procesamiento, análisis, la recuperación, el intercambio y la distribución de la información.

Origen

El origen del IMC se remonta a 1953, habiendo sido creado como *Documentation Committee* del AGARD[1].

Actividades en curso

Este Comité facilita el intercambio de información entre los países miembros, mediante la organización de cursos, conferencias, reuniones de especialistas que contribuyen a la unificación de criterios y los modos de gestión de la información y de la documentación dentro de la Alianza.

En la actualidad el principal activo que ofrece el IMC es el Subcomité que forman los Responsables de Centros de Información de Defensa[2], siendo éste el único foro a nivel de la Alianza Atlántica, en el que se reúnen especialistas en el tratamiento de la información .

Una de las principales actividades que el Comité está desarrollando tiene que ver con el apoyo a las nuevas naciones miembros.

Este apoyo no solamente tiene como objetivo ayudar a dichas naciones a gestionar la información en términos genéricos, sino que se llevan a cabo actividades que permiten a estos países entender el complejo sistema de producción, distribución y uso de la información y la documentación resultante de las actividades de investigación llevadas a cabo en el seno de la OTAN.

Estructura

En el IMC están representadas de manera permanente 17 naciones de la Alianza, cada una con un miembro, al que se puede sumar uno o varios expertos por nación.

Comparativamente es un grupo de menores dimensiones que los demás paneles o grupos de la *Research and Technology Organization*, RTO.

Dicha menor dimensión se concreta en su menor número de representantes y actividades, siendo su misión principal el asesoramiento al Director de la *Research and Technology Agency*, RTA, para cuestiones que se hallen relacionadas con la gestión de la información.

Actividades desarrolladas

Durante los últimos años el IMC ha desarrollado actividades en los siguientes ámbitos:

- Diseño del entorno Web de la organización http://www.rta.nato.int/.
- Estudio bibliométrico de publicaciones RTO.
- Ciclo de conferencias sobre publicaciones electrónicas.
- Preservación de documentos electrónicos.
- Open Access.
- RTO-EN-IMC-002. [3]
- RTO-EN-026. [4]
- Guía para clasificación de publicaciones confidenciales.
- Gestión del Conocimiento.
- Laboratorios virtuales.
- Taxonomías.
- Guías para clasificaciones de seguridad.
- STARNET, base de datos de recursos de información científica (nueve áreas temáticas) accesibles en la Web.[5]

Actividades futuras

En el futuro inmediato, junto con las actividades de apoyo a las nuevas naciones, se considera como fundamental la contribución del IMC para apoyar el desarrollo de los programas en los que la RTO se halla involucrada, como el *Joint Operations* 2030 y *Long Term Capability Requirements* (LTCRs)

[1] *AGARD: Advisory Group for Aerospace Research and Development.*

[2] *Head of Defence Information Centres, DIC.*

[3] *Electronic Information Management Education Notes.*

[4] *Electronic Information Management for PfP Nations Educational Notes.*

[5] *STARNET: Science, Technology and Research Network, http://starnet.rta.nato.int/*

enlaces de interés

Página Web de la RTO

En esta página Web se puede encontrar información general sobre la RTO y sus diferentes paneles.

Además, desde esta página se puede descargar documentación generada en esta organización, así como acceder al área restringida.

También, se anuncian los eventos de la RTO abiertos a participación externa.

http://www.rta.nato.int/

Panel IST (*Information System Technologies*)

Fernando Cases Vega, Representante Nacional Panel IST

Objetivo del Panel IST

El panel desarrolla actividades de estudio e intercambio de información en el ámbito de los sistemas y las tecnologías de la información y las comunicaciones, incluyendo su aplicación al modelado, la simulación y el entrenamiento. Su objetivo es lograr que tanto los combatientes como el personal responsable de las actividades de planificación de operaciones y definición de estrategias dispongan de la información que necesiten en el tiempo adecuado, con costes asumibles y de forma segura, optimizando la ejecución de la misión. Para ello, el panel IST centra sus esfuerzos en cuatro áreas fundamentales:

- gestión de la información y el conocimiento,
- comunicaciones y redes,
- seguridad de la información,
- arquitecturas y otras tecnologías capacitadoras que sirvan de infraestructura de otras.

Además de los grupos de estudio que abordan problemáticas específicas en cada uno de los ámbitos anteriores, es frecuente el desarrollo de simposios temáticos en las que se repasa el estado del arte así como los principales retos tecnológicos a abordar en los siguientes años.

Actividades en marcha

En la actualidad, el panel centra la mayor parte de sus actividades en los siguientes temas:

- Soporte tecnológico a las operaciones basadas en red (*Network Centric Operations*).
- Seguridad de la información y redes inalámbricas.
- Tecnologías de optimización del espectro radioeléctrico.
- Efectos disruptivos de las tecnologías de la información en Defensa y Seguridad.
- Impacto del uso de las tecnologías civiles en la mejora de las capacidades militares.

Actividades con participación española

IST-075 RTG "*Semantic Interoperability*". Busca soluciones de interoperabilidad semántica en sistemas basados en el conocimiento, mediante la definición y empleo de ontologías. Su ámbito de aplicación típico se centra en el análisis del lenguaje natural, en motores de búsqueda avanzados, sistemas de apoyo a la toma de decisiones y otras.

IST-077-RTG-*Cognitive Radio in NATO*. Estudia sistemas y técnicas que exploran el espectro radioeléctrico en busca de "zonas" (en frecuencia y tiempo) sin uso, de forma que puedan ser utilizadas por otros usuarios.

IST-078-RTG-*Machine Translation for Coalition Operations.* Busca técnicas y sistemas automáticos de traducción del lenguaje para su empleo como herramienta de interoperación entre los aliados. Su ámbito de aplicación se refiere a los sistemas de traducción que interactúan con otros sistemas de comunicación, sistemas de reconocimiento del habla y/o hablante y sistemas de síntesis de voz, cuyo uso es especialmente relevante en aquellas operaciones militares donde la comunicación con la población local puede ser imprescindible.

IST-079-RTG-*Decision Support in the Context of an integrated C2*. recopila recomendaciones para el desarrollo de herramientas de soporte a la toma de decisiones de un modo inteligente empleando sistemas C2 integrados, de acuerdo al concepto NEC (*Network Enabled Capacity*).

IST-080-RTG-*Software Defined Radio*. Este grupo estudia cómo la tecnología de radio software puede mejorar la interoperabilidad entre los sistemas radio de las naciones, reduciendo los costes de hardware.

IST-ET-046-*SOA Challenges for Real Time and Disadvantaged Grids*: Este grupo trata de potenciar las tecnologías emergentes que optimicen el intercambio de la información en redes poco fiables, con múltiples desconexiones y bajas velocidades de transferencia, situación habitual en entornos tácticos. Las tecnologías a estudio y fomento deberán seguir las indicaciones de las arquitecturas SOA (*Service Oriented Architecture*) usadas en el resto de los entornos de las tecnologías de la información (militares y civiles).

IST-ET-048-*NATO NEC over SATCOM*. Grupo de reciente creación orientado a analizar y proponer el mejor empleo de los recursos de comunicación por satélite en los entornos NNEC.

Asimismo, España participa en el Comité Gestor del simposio IST-086/RSY-019 sobre el tema *C3I for crisis, emergency and consequence management,* que tendrá lugar entre los días 12 y 13 de mayo de 2009 en Bucarest (Bulgaria).

Futuras actividades

Algunas de las nuevas actividades que se han previsto lanzar en el panel son:

- IST-ET-048 *C3I for crisis, emergency and consequence management*.
- IST-ET-052 *Autonomous Software Agents*.
- IST-ET-053 *Use of POF and MOF for military Applications*.
- ST-ET-056 *Low Level Fusion Processing for Land Multi-Platforms Tactical and Combat Systems*.
- IST-ET-057 *Research Plan for NEC IA*.
- IST-ET-058 *Land Multi-Platform Systems Management Services and Operational Management*.
- IST-ET-059 *C4ISR Complexity, Scalability, Agility and Resiliency.*

NMSG (*NATO Modelling and Simulation Group*)

Antonio Gramage Cornejo,
Representante Nacional Panel NMSG

Objetivo y estructura del Panel NMSG

El NMSG es el grupo de Modelado y Simulación de la OTAN. Este grupo de la RTO. establece las directrices comunes para el desarrollo y empleo de la tecnología de simulación por los países miembros de la alianza, en base a una estrategia común definida en el MSMP (*Modelling and Simulation Master Plan*). El NMSG es garante del desarrollo y custodia del MSMP.

El Comité Director del grupo está compuesto por representantes de cada una de las naciones de la alianza, por representantes de las naciones denominadas PfP (*Partnership for Peace*) y por organismos OTAN, como ACT (*Allied Command Transformation*), NIAG (*NATO Industry Advisory Group*) y NC3A (*NATO Command Control Communication Agency*). Dicho Comité se estructura en los siguientes grupos:

- MORS (*Military Operacional Requirements Subgrup*) encargado que armoniza las necesidades y requisitos operativos para el uso de la tecnología de simulación.
- PPC (*Programmes and Planning Committee*) que se encarga de la coordinación, control y seguimiento de las actividades a realizar por los grupos de trabajo técnicos.

El Comité Director es el encargado de la toma de decisiones sobre la aprobación de cualquier iniciativa de desarrollo de la tecnología de simulación propuesta por los grupos MORS y PPC para el desarrollo de la tecnología de simulación.

El Panel celebra dos reuniones al año, que se gestionan y cuentan con el apoyo del NMSCO (*Nato Modelling and Simulation Coordination Office*), que es la encargada de la custodia del *Modelling and Simulation Master Plan* de la OTAN. Entre otras tareas, promulga el uso de la tecnología de simulación entre los países miembros y coordina las necesidades de los grupos de trabajo técnico.

Actividades en marcha

En la actualidad las actividades de los grupos de trabajo técnicos del NMSG se centran principalmente en interoperabilidad, modelado e infraestructura para el adiestramiento. A nivel de gestión, el grupo está trabajando en la actualización del MSMP y en la puesta en marcha del subgrupo MS3 (*Modelling and Simulation Standarization Subgroup*), con el objetivo de desarrollar una política que permita establecer un conjunto de estándares que armonicen el desarrollo de la tecnología de simulación en los países de la alianza. Todas las actividades en marcha se pueden consultar en la Web del NMSG.

Grupos de trabajo técnico con participación española

Interoperabilidad:

- MSG-052 *Knowledge Network for Federation Architecture and Design*, orientado a la creación de una red de expertos sobre diseño de federaciones de simuladores y el intercambio de buenas prácticas.
- MSG-050 *NATO HLA Working Group,* que desarrolla actividades relacionadas con el estándar HLA (STANAG 4603).
- MSG-048 *Coalition Battle Management Language (C-BML)* que elabora un estándar de intercambio de información entre sistemas de mando y control y simuladores.

Modelado:

- MSG-058 *Conceptual Modelling for M&S,* orientado al análisis del concepto de modelo conceptual, alcance de su aplicabilidad e identificación de buenas prácticas para su implementación.

Infraestructura para el adiestramiento:

- MSG-068 *NATO Education and Training Network (NETN)*: apoya el concepto *Snow Leopard*, que pretende establecer sistemas de simulación de adiestramiento OTAN a distintos niveles (desde operacional a tácticos).
- MSG-063 *Urban Combat Advanced Training Technology (UCATT 2)*: grupo orientado al desarrolla requisitos y busca soluciones para el adiestramiento en combate urbano, usando simuladores en vivo o virtuales.

Fig. 1. Simulación VBS2.

Panel SAS (*System Analysis and Studies*)

Patricia López Vicente, Representante Nacional Panel SAS

Objetivo del Panel SAS

El Panel System Analysis and Studies (SAS) realiza estudios y actividades de intercambio de información técnica y operacional. Además, promueve el desarrollo de metodologías y herramientas para el análisis de los problemas que van surgiendo en el entorno estratégico actual, en constante evolución.

El objetivo de sus actividades es mejorar determinadas capacidades operativas, mediante la implementación de nuevas tecnologías, nuevas formas de organización y nuevos conceptos operacionales.

Los tipos de proyectos que aborda el SAS son tanto analíticos como técnicos. Los proyectos analíticos llevan a cabo actividades para el desarrollo y promoción de técnicas y métodos de análisis que apoyen a la toma de decisión en defensa.

Los proyectos puramente técnicos realizan estudios puramente técnicos, sobre temas que no tienen cabida en ningún otro organismo de la OTAN (armas no letales, recursos humanos, tecnologías disruptivas, eficiencia, etc.). Por este motivo, la naturaleza de este panel es diferente a la de otros paneles de la RTO, centrados en ámbitos técnicos específicos.

Las solicitudes de estudios que aborda el SAS provienen de diferentes organismos, tanto nacionales como propios de la OTAN, e incluso de la industria. En concreto se suelen realizar estudios bajo petición del RTB, Comité Militar de la OTAN, CNAD, ACT, ACO, NC3A o NIAG.[1]

Actividades en marcha

Las actividades actualmente en marcha estudian temas como el intercambio de información para el diseño de conceptos y buenas prácticas del análisis operacional (OA), investigación en nuevos enfoques metodológicos y el desarrollo de modelos, por ejemplo, para la optimización de costes y recursos. Todas las actividades en marcha se pueden consultar en la página Web del panel.

Actividades con participación española

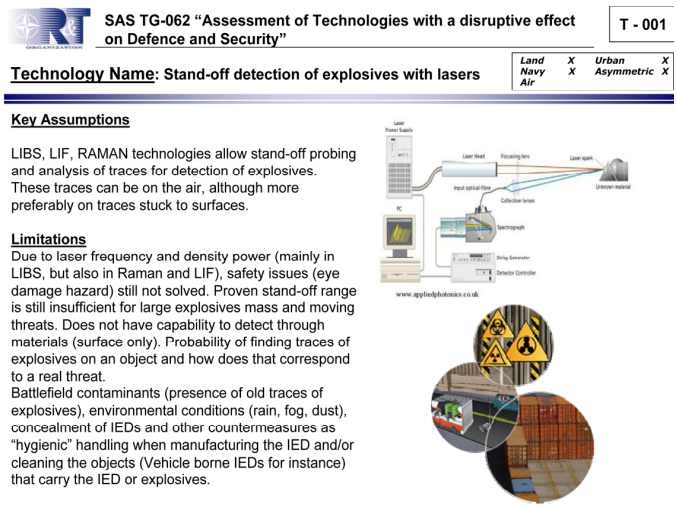
- SAS-062-*Assessment of Possible Disruptive Technologies for Defence and Security*: el grupo, que finalizó en diciembre de 2008, se centró en la identificación de posibles tecnologías disruptivas aplicables a defensa y seguridad. Para realizar esta identificación el grupo puso en práctica un proceso para evaluar las tecnologías identificadas, mediante un juego estilo *wargame,* en el que participaban operativos, tecnólogos y analistas. Se va a estudiar cómo continuar la actividad de este grupo en el *Exploratory Team on Disruptive Technology Assessment Game: Extension and Applications.*[2]

- SAS-064-*Update of Requirements and Options for Future NATO Airborne Electronic Warfare Capabilities*: este grupo parte del informe del SAS-011-*Requirements and Options for Future NATO Electronic Warfare Capabilities* y trata de identificar dónde se pueden encontrar soluciones y dónde existe un déficit de capacidad en el campo de la guerra electrónica. Además, el grupo está analizando y evaluando el impacto de nuevas tecnologías y su aplicabilidad para reducir las carencias de capacidad, con lo que pretenden llegar al concepto de sistema para operaciones SEAD (*Suppression of Enemy Air Defences*).

- SAS-078-*Non-Lethal Weapons Capabilities-Based Assessment (CBA)*: este grupo ha iniciado su actividad recientemente y da continuidad al trabajo realizado en el SAS-060-*Non-Lethal Weapons Effectiveness Assessment Development and Verification Study*[3], premiado con la medalla al mérito científico de la RTO. El nuevo grupo incluirá un análisis sobre requisitos de armas no letales en el CBA, utilizando diferentes escenarios. Además, realizará un análisis comparativo entre capacidades y requisitos actuales y futuros, una caracterización y análisis de las carencias y la identificación y priorización de soluciones.

El PPDT del SAS

Recientemente se ha creado el SAS *Programme Proposals Development Team* (PPDT), un grupo de generación de nuevas ideas, cuyo propósito es facilitar, y actuar como catalizador de nuevos grupos y actividades dentro el panel. El PPDT trata de identificar y desarrollar nuevos temas prioritarios para la OTAN y sus naciones miembros.


SAS TG-062 "Assessment of Technologies with a disruptive effect on Defence and Security"

T - 001

Technology Name: Stand-off detection of explosives with lasers

Land	X	Urban	X
Navy	X	Asymmetric	X
Air			

Key Assumptions

LIBS, LIF, RAMAN technologies allow stand-off probing and analysis of traces for detection of explosives. These traces can be on the air, although more preferably on traces stuck to surfaces.

Limitations

Due to laser frequency and density power (mainly in LIBS, but also in Raman and LIF), safety issues (eye damage hazard) still not solved. Proven stand-off range is still insufficient for large explosives mass and moving threats. Does not have capability to detect through materials (surface only). Probability of finding traces of explosives on an object and how does that correspond to a real threat.
Battlefield contaminants (presence of old traces of explosives), environmental conditions (rain, fog, dust), concealment of IEDs and other countermeasures as "hygienic" handling when manufacturing the IED and/or cleaning the objects (Vehicle borne IEDs for instance) that carry the IED or explosives.

Fig. 1. Modelo de tarjeta sobre tecnología (T-card), realizada para la evaluación de su potencial disruptivo (SAS-062).

En este grupo participan todas las naciones, a través de resentantes de 6 de ellas, que van rotando de 2 en 2 cada 6 meses. En este momento España participa en este grupo.

Futuras actividades

- SAS-ET-BI *Disruptive Technologies Assessment Game,* del 5 al 9 de octubre de 2009, Estocolmo (Suecia). En esta reunión se pondrá en marcha del 4º juego para la evaluación de tecnologías emergentes. Esta reunión está abierta a la participación de operativos (Más información en plopvic@oc.mde.es) .

1 RTB: R&T Board; CNAD: Conference of National Armaments Directors; ACT: Allied Command Transformation; ACO: Allied Command Operations; NC3A: NATO Consultation, Command and Control Agency; NIAG: NATO Industrial Advisory Group.

2 Más información en los Boletines nº 10 y nº23.

3 Más información en los Boletines nº 17 y nº20.

Panel SCI (*Systems Concepts and Integration*)

Luis Díez Hernández, Representante Nacional Panel SCI

El Panel de la RTO sobre Conceptos e Integración de Sistemas (SCI) fomenta el conocimiento de la integración de las personas, equipos y sistemas de información que, de un modo conjunto, forman una capacidad o capacidades que tienen como objeto el cumplimiento de una misión determinada. Las actividades del Panel en sistemas avanzados incluyen conceptos sobre los mismos, integración, tecnologías y técnicas de ingeniería, y abarcan todo el espectro de plataformas y entornos operativos, con el objeto de asegurar que el proceso de obtención de una determinada capacidad se haga de un modo eficiente.

Las actividades del panel SCI se circunscriben en un amplio espectro multidisciplinar de conceptos teóricos, así como diseño, desarrollo y métodos de evaluación de sistemas de defensa integrados. Entre las áreas de interés del Panel SCI se encuentran los sistemas de misión integrados - incluyendo armas y contramedidas -, arquitectura de sistemas, integración de vehículos, gestión de misión y tecnología de ingeniería de sistemas.

Actividades en Marcha

Entre las actividades que están en pleno proceso de trabajo, cabe destacar aquellas relacionadas con tecnologías tales como las del combatiente, tecnologías para sistemas de defensa aérea, de guerra electrónica – incluyendo guerra electrónica en operaciones conjuntas en el entorno litoral -, arquitecturas para operaciones con vehículos aéreos tripulados y no tripulados, tecnologías sobre contramedidas electro ópticas, detección y neutralización de amenazas en ruta y tecnologías de protección de redes militares contra ataques por microondas de alta potencia.

Actividades con participación española

SCI-185- Guerra Electrónica en Operaciones Conjuntas en entorno litoral.

Este grupo analiza aspectos relativos a la guerra electrónica en entorno de un litoral en el que se combinan unidades terrestres, aéreas y navales. Partiendo de un análisis de la amenaza y del entorno electromagnético, basándose en estudios ya publicados en el ámbito de la OTAN, se analiza la posible evolución de dicho entorno para determinar qué requisitos y capacidades deberán tener los futuros sistemas de guerra electrónica, de modo que puedan operar coordinadamente en entornos complejos de operaciones conjuntas.

Se dedica especial atención al control del espectro electromagnético, así como a la capacidad de identificar específicamente cada emisor.

SCI-140- Contramedidas electrónicas contra radares de alta resolución y procesado de señal coherente ampliado.

Desarrolla técnicas de contramedidas electrónicas (ECM) contra sistemas de radar HRR, SAR e ISAR, así técnicas contra los clasificadores de reconocimiento de blancos no cooperativos (NCTR) y de SAR avanzados (HRR, Interferometric-SAR, GMTI SAR, y polarimetric-SAR). Utilizará prototipos de equipos de interferencia avanzados tanto en las simulaciones digitales como en las pruebas de campo, con la finalidad de investigar las vulnerabilidades de los diferentes tipos de radares a las ECM.

Así, al final del trabajo del grupo SCI-140, se pretende: (1) disponer de información para determinar las mencionadas vulnerabilidades de radares SAR e ISAR a las interferencias; (2) desarrollar métodos de interferencia de tipo de oscurecimiento y engaño; (3) pruebas de campo para demostrar la capacidad de tal oscurecimiento y engaño de la interferencia; y (4) evaluar la vulnerabilidad de radares multiestáticos y pasivos a las contramedidas electrónicas.

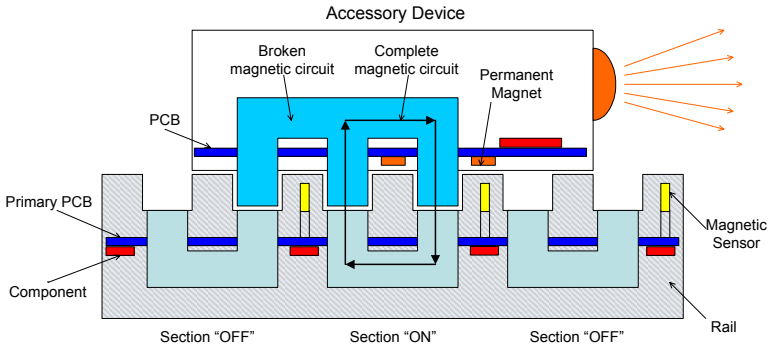
SCI-178.- Aspectos de Integración e Interoperabilidad relacionados con el armamento y sensores del Combatiente de a Pie.

Este grupo estudia los aspectos mencionados en el ámbito de los sistemas de armas del soldado de a pie, dada la proliferación de dispositivos sobre el arma individual del combatiente, que son susceptibles de uso en el combate actual y futuro. También trata de profundizar en monturas alimentadas eléctricamente.

La implementación en un solo arma de dispositivos ópticos y optrónicos - pantalla digital, cámara de vídeo, cámara térmica, intensificador de luz -, y de otros sensores - telémetro láser, brújula digital, inclinómetro, apuntadores láser en los rangos visible e invisible, contador de disparos, dirección de tiro -, además de alza holográfica, botoneras de control, foco de luz blanca, lanzador de granadas, etc. -, tiene una influencia directa en el peso,espacio,alimentación eléctrica, flujo de datos y ergonomía. Para abordar estos aspectos, el SCI-178 se ha organizado en tres Subgrupos especializados en las áreas de Interfaces Técnicas, Energía y Factores Humanos. El entregable final del Grupo será un Informe en el que se recojan los resultados y experiencias del estudio, posibles soluciones y recomendaciones de normalización.

Futuras actividades del Panel

El pasado mes de mayo se celebraró en Brno, República Checa, la reunión plenaria del Panel SCI, donde se revisaron los avances alcanzados en el último año y donde se decidieron las actividades futuras para el Panel sus grupos.



Panel SET (*Sensor & Electronic Technology*)

Carlos García Gómez, Representante Nacional Panel SET

Origen y Objetivo del Panel SET

El RTO Panel SET (*Sensors and Electronics Technology*) nace en 1998, a partir de los paneles *AGARD Sensor and Propagation Panel (SPP)*, del Panel 3 DRG sobre *Physics and Electronics* y del Panel 4 DRG sobre *Optics and Infrared*. Este panel actúa en el campo de sensores y electrónica para la defensa y seguridad, y está dirigido tanto a las tecnologías electrónicas como a sensores pasivos y activos, que son propios de los procesos de reconocimiento, vigilancia y adquisición de blancos (RSTA), de los sistemas de guerra electrónica, comunicaciones y navegación. También es de interés el incremento de las capacidades de estos sensores mediante la integración y fusión multisensor.Todo esto implica un necesario conocimiento sobre un conjunto de materias derivadas, tales como: la fenomenología física relacionada con las firmas de blancos, el entorno de propagación y espacio de batalla, sistemas electroópticos (EO), de RF, sensores acústicos y magnéticos, antenas, procesado de señal e imagen, componentes, endurecimiento de los sensores y compatibilidad electromagnética.Estos aspectos se abordan en los grupos de trabajo que desarrollan su actividad en el marco del Panel SET. En la actualidad, el Panel SET cuenta con 49 miembros, de 22 de las 24 naciones pertenecientes a la organización.

Nuevos Grupos de Trabajo

Muestra de la constante evolución del Panel SET es la puesta en marcha de nuevos grupos de trabajo, en concreto, en 2009 se han lanzado:

- SET-ET-064 sobre *Mid-Infrared Fiber Lasers*, que celebró su primera reunión en junio, en el NRL en Washington DC.
- SET-152 RTG sobre *Deployable Multi-Band Passive/Active Radar for AD (DMPAR)*, cuya idea principal es la de emplear la integración de sensores radar multi-banda en combinación con el uso de sensores tanto activos como pasivos.

Actividades con participación española[1]

España, en la actualidad, participa en los siguientes grupos de trabajo del Panel SET:

- SET-097 *Biological Point Detection*, cuyo objetivo es la cooperación para el desarrollo de métodos de identificación de BW para su uso potencial en sistemas móviles.
- SET-110 *Low Cost Weapon Seeker/Guidance and Control*, orientado a la mejora, respecto al nivel de asequibilidad, de los modernos sistemas de armas áereos de lanzamiento, basándose en el estudio de sistemas de armas bajo coste.
- SET-112 *Signatures for Non-Cooperative Air Target Identification*, el objetivo principal de este grupo es el desarrollo de aproximaciones al problema de clasificación, poniendo especial hincapié en la extracción de características que permitan el uso de datos sintéticos o de baja fidelidad, como referencia en bases de datos para clasificación.
- SET-114 *Urban, Indoor and Subterranean Navigation Sensors and Systems*, este grupo valora y estudia el estado del arte en el campo de sensores de navegación empleados en escenarios operacionales OTAN, GNSS, degradados.
- SET-118 *3D Modeling for Urban Terrain*, el interés de este grupo se centra en el modelado 3D de estructuras urbanas, focalizándose en las siguientes áreas: técnicas de explotación, fusión y preparación de datos y extracción de datos geoespaciales 2D y 3D para terreno urbano y reconstrucción automática de modelos 3D.
- SET-123 *Nanomaterials for Sensores, Sources and EM Manipulation*, donde se investigarán las posibilidades relativas a: heteroestructuras semiconductoras cuántico-confinadas para la producción de detección sintonizable en IR, CNTs (nanotubos carbónicos) para la detección IR, emisiones en Terahertzios para sensado, Ondas acústicas superficiales en semiconductores para detección, y metamateriales.
- SET-124 *Explosives and other Military & Security Applications*, este grupo está centrado en: el desarrollo de un sistema anti-terrorista portable en la banda de Terahertzios, proveer una visión sobre el estado del arte en tecnología de imagen/sensado en esta misma banda e identificar los requerimientos de sensores y emisores para la conformación de imágenes y la identificación en tiempo real.
- SET-138 *Electromagnetic Scattering Analysis of Jet Engine Inlets for Aircraft NCTI Purposes*, centrado en la optimización de métodos matemáticos para predicción EM de firma de cavidades, así como la generación de una base de datos de RCS de toberas etc.
- SET-140, *Super-Resolution and Advanced Signal Processing for EO/IR Sensor Performance*, como objetivo principal se encuentra el de proveer herramientas para la evaluación y caracterización de técnicas SRR (Super-resolution reconstruction) y procesado avanzado de señal para sensores EO.
- SET-144, *Mitigation of Ship Electro-Optical Susceptibility against Conventional and Asymmetric Threats,* este grupo enfoca su trabajo en diversas áreas identificadas como críticas para la comprensión y mitigación de la susceptibilidad de embarcaciones a misiles IR.

Actividades futuras[2]

Dos eventos destacables tendrán lugar durante los próximos meses:

- En junio, en Portugal: *specialist Meeting* del SET-136 sobre Radar Definida por Software
- En julio, en EE.UU.: *Lecture series*, organizadas por el SET-119, sobre "Diversidad de Formas de Onda para Sistemas Radar Avanzados".

[1] *Más información en:* http://www.rta.nato.int/

[2] http://www.rta.nato.int/panel.asp?panel=SET&topic=meet

Boletín de Observación Tecnológica en Defensa

Disponible en http://www.mde.es/dgam/observatecnoF.htm